¡El libro sobre el funcionamiento del cerebro para todos!

Cómo funciona tu cerebro

PARA

DUMMIES®

Aprende a:

- Desarrollar al máximo tus capacidades
- Comprender mejor tus motivaciones racionales e irracionales
- Mejorar tu memoria, atención y concentración, tengas la edad que tengas
- Relacionarte mejor contigo mismo y con los demás

Néstor Braidot
Especialista en neurociencias, profesor y empresario

LE LIBROS

Libro proporcionado por el equipo

Le Libros

Visite nuestro sitio y descarga esto y otros miles de libros

http://LeLibros.org/

Descargar Libros Gratis, Libros PDF, Libros Online

¿Cómo lo hace el cerebro para aprender y memorizar? ¿Hasta qué punto somos seres racionales, emocionales o instintivos? ¿Por qué tu cerebro es diferente al de tu pareja? ¿Si te hicieran un trasplante de cerebro, seguirías siendo tú mismo? La respuesta a estas y muchas otras fascinantes cuestiones la encontrarás en estas páginas, que te presentan de forma muy ordenada y clara las aportaciones más importantes que han hecho las distintas ciencias que estudian el cerebro, para que puedas sacarle el máximo rendimiento a ese maravilloso órgano que tienes dentro de la cabeza.

• **Un complejo sistema** — hemisferio derecho e izquierdo, los tres cerebros del hombre, el cableado neuronal y el procesamiento de la información.

• **Tu cerebro te necesita** — descubrirás cuáles son los hábitos que debes cambiar para tener una mente ágil y sana.

• **En el equilibro está la virtud** — intelecto y emoción, razón e instinto libran verdaderas batallas dentro de tu cerebro.

• **Aprender y memorizar** — los distintos tipos de aprendizaje y por qué a veces no podemos recordar las cosas.

LE LIBROS

Néstor Braidot

Cómo funciona tu cerebro para dummies

Dedico este libro a quienes, algunos sin saberlo, me han inspirado con sus investigaciones y conocimientos sobre el cerebro: Francisco Rubia, Eric Kandel, António Damásio, Joe Dispenza, Daniel Cardinali, Louann Brizendine y Joseph LeDoux.

Quiero dar las gracias a quienes me alientan y acompañan incondicionalmente en cada proyecto: mi esposa Lucía y mis queridos hijos, Pablo y Natalia.

Consejos para despertar el potencial creativo de tu cerebro

El pensamiento creativo comprende el procesamiento cerebral de imágenes ejecutivas, perceptuales y simbólicas, es decir, podemos ejercitarlo. Hay veces en las que este proceso se centra en una reordenación de acontecimientos, otras se basa en encontrar pautas o relaciones que no existían o que no se habían observado. Las soluciones innovadoras no caen del cielo, así que todos podemos prepararnos para ello,

pues el denominado flash o momento "Eureka" no es más que la culminación de un proceso metaconsciente desencadenado previamente.

Veamos los diez consejos que considero más importantes:

- ✔ Descubre tus mapas mentales, uno a uno. Reflexiona sobre ellos, cuestiónatelos. Combate antiguos prejuicios, como "siempre lo hemos hecho de esta manera".
- ✔ Destruye las "recetas" propias y ajenas. Rara vez lo que fue bueno en el pasado lo es en el presente.
- ✔ Incentiva tu propia curiosidad: fíjate en los niños e incorpora el hábito de preguntarte, aunque sea de forma mental, todo lo que los demás consideran obvio.
- ✔ Analiza tu nivel de motivación. ¿Qué te motiva? ¿Qué te deja indiferente? ¿Por qué?
- ✔ Arriésgate: atrévete a ver más allá de lo socialmente aceptado y defiende tus ideas, por disparatadas que te parezcan.
- ✔ Relájate: tómate tiempo para pensar en otra cosa, pues en esos momentos suelen aparecer las mejores ideas. Puedes hacerlo mientras meditas, centrándote en las piedras que estás pisando para no caerte en un río o, simplemente, durmiendo. Las pausas te ayudarán a olvidar los intentos erróneos y los callejones sin salida. Además, el descanso es el mejor aliado de la inteligencia metaconsciente.
- ✔ Aprende a dominar tus pensamientos. Libera a tu cerebro del tóxico efecto de las emociones negativas.
- ✔ Dedica parte del día a realizar ejercicio aeróbico: muchas investigaciones neurocientíficas avalan sus beneficios para el cerebro.
- ✔ No fuerces tu mente. Recuerda que el cerebro metaconsciente procesa más información de la que crees, de una forma más eficaz que el cerebro consciente.
- ✔ Incorpora las técnicas de entrenamiento neurocognitivo y emocional. Aplica en tu vida cotidiana lo que aprenderás en la parte V de este libro.

Detecta todo lo que te produzca estrés y haz los cambios necesarios.

1. Selecciona los alimentos adecuados y come menos cantidad.
2. Practica un deporte o actividades aeróbicas.
3. Vive en compañía y amplía tus relaciones sociales.
4. Revisa tus hábitos cotidianos: evita el tabaco y las drogas, consume alcohol con moderación, duerme bien y descansa.
5. Evita la rutina y los apagones emocionales. Viaja, conoce nuevos

lugares y personas.

6. Ríete, disfruta de los pequeños detalles.
7. Evita las relaciones tóxicas.
8. No dejes de aprender.
9 Realiza ejercicios de entrenamiento neurocognitivo.
10. Como verás, no es complicado ni imposible. Entonces, ¡ponte manos a la obra!

Introducción

Los libros de la colección *Para Dummies* intentan explicar de forma amena pero rigurosa los principales temas que preocupan o interesan a los lectores modernos. Sin lugar a dudas, el funcionamiento del cerebro despierta una gran curiosidad, como lo atestiguan las ventas de grandes títulos de divulgación de esta temática, el auge de disciplinas como la PNL o la preocupación social por enfermedades del cerebro como el alzhéimer o la depresión.

Este libro no es un curso de psicología, psiquiatría o neurología, aunque aporta información de estos y otros muchos campos. Es una fascinante introducción a las profundidades de ese cada vez menos desconocido cerebro, a nosotros mismos y a las más modernas técnicas para su estudio.

Por qué necesitas este libro

Los avances en el conocimiento sobre el funcionamiento del cerebro se extienden a los más diversos campos de la actividad humana, así que no puedes quedarte al margen. Independientemente de cuál sea tu profesión, incluso aunque estés jubilado, debes saber que tienes a tu alcance un conjunto de oportunidades para mejorar el rendimiento de tu cerebro y, a su vez, para vivir con más plenitud y armonía.

Si tienes hijos o estás estudiando, te interesará saber que los especialistas en neuroeducación escanean el cerebro de niños y adolescentes mientras realizan tareas o resuelven problemas con el fin de hallar técnicas que permitan optimizar los procesos de enseñanza; si trabajas en una empresa, deberías estar al tanto de los avances de la neurociencia social para crear un mejor clima de trabajo, fomentar la creatividad y motivar a las personas.

Si trabajas en una línea de producción o similar, te conviene saber que las grandes organizaciones implementan técnicas de neuroseguridad para que el cerebro de los operarios trabaje mejor en situaciones de riesgo, minimizando los accidentes. Si eres ama o "amo" de casa, harás mejor tus tareas si destinas parte de tu tiempo a potenciar tu capacidad cerebral.

Gracias al maravilloso fenómeno de plasticidad cerebral, todos podemos alcanzar altos niveles de desarrollo siempre que exista la decisión de hacerlo, y éste es, precisamente, el objetivo de la presente obra: motivarte para que sepas cómo funciona tu cerebro y aprendas a usar las herramientas que tienes a tu alcance para desarrollar el potencial con el que has venido a este mundo.

Cómo utilizar este libro

En un libro sobre el cerebro, las descripciones anatómicas suelen ser complejas y difíciles de retener para quienes no son médicos o biólogos, así que las he incluido de modo ameno.

Si bien no puedo explicarte cómo funciona la memoria sin mencionar el hipocampo, o hablarte sobre el cerebro emocional sin mencionar la amígdala, distribuyo estos contenidos en diferentes capítulos y, al mismo tiempo, los redacto de manera sencilla y fácil de comprender.

He llenado el libro de ejemplos en forma de casos reales, investigaciones y situaciones cotidianas que puedes observar a tu alrededor o en ti mismo, e incluyo varios ejercicios para que compruebes mis afirmaciones.

Espero cumplir mi objetivo de ofrecerte un libro que puedas leer como quieras, comenzando por la parte que más te interese. No obstante, te sugiero que primero te leas los capítulos 1 y 4, pues contienen los temas básicos sobre el funcionamiento cerebral que te permitirán comprender todos los demás.

También encontrarás prácticas que he seleccionado no sólo para que comiences a trabajar con técnicas que contribuirán al desarrollo y expansión de tus capacidades cerebrales, sino también, y fundamentalmente, para contagiarte mi entusiasmo y que las incluyas entre tus proyectos.

Cómo se organiza este libro

Cómo funciona tu cerebro para Dummies se organiza en seis partes, que suman 24 capítulos en total. Aunque puedes empezar la lectura por los temas que más te interesen —pues uno de los objetivos de la colección *Para Dummies* es proporcionarte una lectura a medida, profunda e interesante—, ten en cuenta que, básicamente, existen tres grandes bloques.

Desde la parte I hasta la V aprenderás sobre los grandes temas relacionados con el funcionamiento cerebral. Al final de la parte V encontrarás un conjunto de prácticas que te permitirán entrenar tu cerebro; incluye indicaciones para que aprendas a elegir las mejores técnicas y el mejor lugar. La parte VI está formada por “Los decálogos”, los capítulos que en esta colección dedicamos a

listas de diez temas que, creemos, te interesarán.

Parte I: Cómo es y funciona tu cerebro

Esta primera parte te introduce en el apasionante mundo de las neurociencias. Para empezar, te presento a tu cerebro, con sus principales estructuras y las funciones que desempeñan. También te explico su evolución a lo largo de la historia y te ayudaré a comprender qué diferencia al hombre de los animales desde la perspectiva neurobiológica. Cierro este bloque con una descripción de los grandes campos de estudio de las neurociencias, con sus metodologías y equipos de vanguardia, así como de qué forma se están aplicando sus descubrimientos a otros ámbitos del saber humano.

Parte II: Cableado neuronal y procesamiento de la información

El segundo bloque, formado por tres capítulos, lo dedico a la interacción del sistema nervioso con el resto del cuerpo a través de una delicada y gigantesca red de comunicaciones. En esta parte conocerás cómo son y de qué se ocupan las células cerebrales, cómo transmiten la información y qué mensajeros químicos circulan por el cerebro e influyen en la salud y el estado de ánimo. A continuación, trataré dos fenómenos extraordinarios: la neuroplasticidad y la neurogénesis, y su aplicación en estrategias para retrasar el envejecimiento cerebral. Por último te mostraré la división del cerebro en hemisferios: cómo son, de qué se ocupan y cómo puedes aplicar estos conocimientos para conocerte más a ti mismo y potenciar tus capacidades.

Parte III: El cerebro intelectual y el cerebro emocional

En el cerebro residen tanto las capacidades intelectuales como las emocionales, las protagonistas de esta parte. Para comprenderlas, primero debes conocer en qué consisten las funciones ejecutivas, esto es, las capacidades que nos permiten pensar, razonar, calcular, planificar y relacionarnos con los demás. Aprenderás también qué ocurre cuando estas funciones se alteran, por ejemplo, cuando estás estresado. A continuación nos adentraremos en la base neurobiológica de las emociones y te contaré qué puedes hacer para controlarlas. Completaremos este bloque con un capítulo sobre la toma de decisiones, con su parte consciente y metaconsciente, y cómo puedes mejorar en este ámbito.

Parte IV: El cerebro como soporte de la mente

El cerebro es el órgano sobre el que se sustenta la mente. En esta parte te explico en qué consiste la construcción cerebral de la realidad y cómo nos condiciona, positiva o negativamente, nuestra forma de pensar. También abordo el tema de la inteligencia y los factores que influyen en su desarrollo, como el

tema de la herencia genética y el medio ambiente. Comprenderás por qué la inteligencia no es un fenómeno unitario, sino de múltiples capacidades, y te presentaré a algunas mentes geniales.

También te hablaré de otros dos temas complementarios a la forma de pensar y a la inteligencia que despiertan un gran interés: el aprendizaje y la memoria. Te explico cómo aprende el cerebro, por qué olvidamos gran parte de lo que hemos aprendido y cuáles son los tipos de aprendizaje que estudia la neurociencia. Dedico un capítulo especial a los diferentes sistemas de memoria, porque no es lo mismo recordar un episodio, un hecho, una fecha, que los contenidos de un libro que se ha leído. También te hablo de los falsos recuerdos, es decir, por qué, pasado un tiempo, una persona puede elaborar diferentes versiones de lo que ha vivido.

Parte V: El cerebro creativo, la motivación y el desarrollo de las capacidades cerebrales

La creatividad no es un talento excluyente, es decir, algo especial que sólo tienen algunos elegidos; la motivación tampoco es una característica intrínseca de determinados tipos de personalidad. En esta parte te explico por qué, gracias al maravilloso fenómeno de la neuroplasticidad, todo el mundo puede desarrollar su creatividad y, al mismo tiempo, desarticular los neurocircuitos que la desmotivan, recuperando la energía necesaria para generar proyectos y alcanzar sus sueños.

En el tercer capítulo de esta parte te explico cómo debes cuidar de esta maravillosa plataforma con la que has venido al mundo, tomando como punto de partida la revisión de tus hábitos y estilo de vida. A partir de este diagnóstico, podrás trazar un plan de entrenamiento cerebral integral, que te explico en los capítulos 19 y 20. A partir de la evaluación de tu nivel cognitivo y emocional, podrás decidir qué técnicas debes aplicar para superar tus debilidades y potenciar tus fortalezas. Es una parte práctica, basada en ejemplos y casos, en la que encontrarás ejercicios muy interesantes para dar los primeros pasos en el camino de tu propio entrenamiento.

El capítulo final trata sobre los gimnasios cerebrales. También encontrarás varios ejemplos de entrenamiento focalizado. Con todo esto, comprenderás el verdadero alcance de estas extraordinarias herramientas que se han desarrollado a la luz de la neurociencia.

Parte VI: Los decálogos

Como sabes, al final de cada libro *Para Dummies* hay una serie de decálogos que sintetizan temas que los autores de la colección consideramos fundamentales.

Para el primero, he seleccionado diez creencias erróneas sobre el cerebro; el segundo lo dedico al tema de la felicidad ya que, sin duda, un cerebro más feliz

es un cerebro más inteligente, creativo y motivado. En el último encontrarás curiosidades sobre el cerebro que te dejarán con la boca abierta. Sólo te digo una cosa, ¡léetelas cuanto antes!

Iconos utilizados en este libro

Con este símbolo indico cuáles son los conceptos clave que debes asimilar para comprender todo el libro.

Los estudios de caso son ejemplos que me permiten mostrarte en la práctica lo que explico, para que sea más fácil de entender.

Indica un aspecto importante que aparece de forma recurrente a lo largo del libro y en el que me parece importante insistir.

Con este icono introduzco curiosidades o toques de humor, característicos de esta colección.

Como soy profesor, no me he podido resistir a ponerte deberes. Pero no te preocupes, ¡no te voy evaluar! Los ejercicios te servirán para comprobar tu nivel cognitivo, emocional o creativo y espero que también te proporcionen momentos de diversión.

Con este icono te invito a que lo pongas en práctica.

Cómo seguir a partir de aquí

El avance de las neurociencias, además de diario, es exponencial. Como los gobiernos de diferentes países están incluyendo en su presupuesto anual cifras millonarias en proyectos destinados a descifrar los misterios del cerebro, te invito a seleccionar los temas que más te interesen y a seguir sus publicaciones.

Puedes leer libros, revistas especializadas y los documentos científicos que publican cada día las universidades y centros de investigación más importantes del mundo. También puedes informarte por televisión, por la prensa y por Internet de estos maravillosos avances.

Personalmente, te invito a que visites nuestra web, `www.braidot.com`, donde encontrarás información actualizada sobre las investigaciones que consideramos más interesantes para los lectores.

Parte I

Cómo es y funciona el cerebro

KAP

—Señora Peláez, creo que su esposo debería dejar de pensar tanto en el fútbol...

En esta parte…

El cerebro es el soporte físico de la mente, y a él dedico los primeros capítulos del libro.

En el capítulo 1, te presentaré este órgano fascinante, sus funciones, estructura y su relación con la conducta. El capítulo 2 lo dedico a la evolución del cerebro a lo largo de la historia y a las características neurobiológicas que diferencian al hombre de los animales. Por último, en el capítulo 3 te ofrezco una interesante introducción (al menos eso espero) a las disciplinas neurocientíficas, con sus metodologías y equipos, los cuales permiten estudiar el funcionamiento del cerebro. Además, te explicaré cómo se están aplicando los nuevos descubrimientos a otros ámbitos del saber humano.

Capítulo 1

Q ué es y cómo funciona el cerebro

En este capítulo

- Sabrás qué es el cerebro, dónde se encuentra y cuáles son sus funciones
- Comprenderás que el cerebro es el soporte físico de la mente
- Descubrirás la importancia y funciones del cerebelo o pequeño cerebro

En el cerebro reside todo lo que una persona fue, es y puede llegar a ser, lo que ha vivido, aprendido y memorizado, su conciencia y su metaconciencia. También están allí sus habilidades y dificultades, lo que acepta y rechaza, lo que ama y cómo lo ama, lo que está presente y lo que cree haber olvidado.

No es en el corazón, sino en el cerebro, donde se encuentra la predisposición para el rencor o el perdón, para sentir miedo o valentía, para ser optimista o pesimista, para sentirse alegre o deprimido.

Aunque todos los seres humanos vienen al mundo con esta extraordinaria plataforma de lanzamiento, su desarrollo dependerá de lo que cada uno perciba, experimente y procese a lo largo de su vida, ya que, cuando nacemos —exceptuando la información genética—, todos los cerebros están programados biológicamente para realizar las mismas funciones.

Lo que diferencia el cerebro de una persona del de otra es la intrincada estructura de redes neuronales que se va formando a medida que las células se comunican entre sí como resultado de los estímulos que reciben del medio ambiente.

Cuando nacemos, esas redes son pocas y pequeñas, pero con el tiempo algunas se irán ampliando, otras se mantendrán, y también se crearán redes

nuevas gracias a un fenómeno que se conoce con el nombre de *neuroplasticidad*, es decir, el cerebro se modifica segundo a segundo a medida que interactúa con el entorno. Este fenómeno explica por qué cada cerebro es único y diferente de los demás. A pesar de que todos los cerebros de personas sanas desempeñan las mismas funciones, el cerebro de una actriz es distinto al de una ingeniera; el de un conservador, al de un liberal; el de un ateo, al de un religioso; y el de un taxista tiene zonas con distinto desarrollo si se compara con el de un músico.

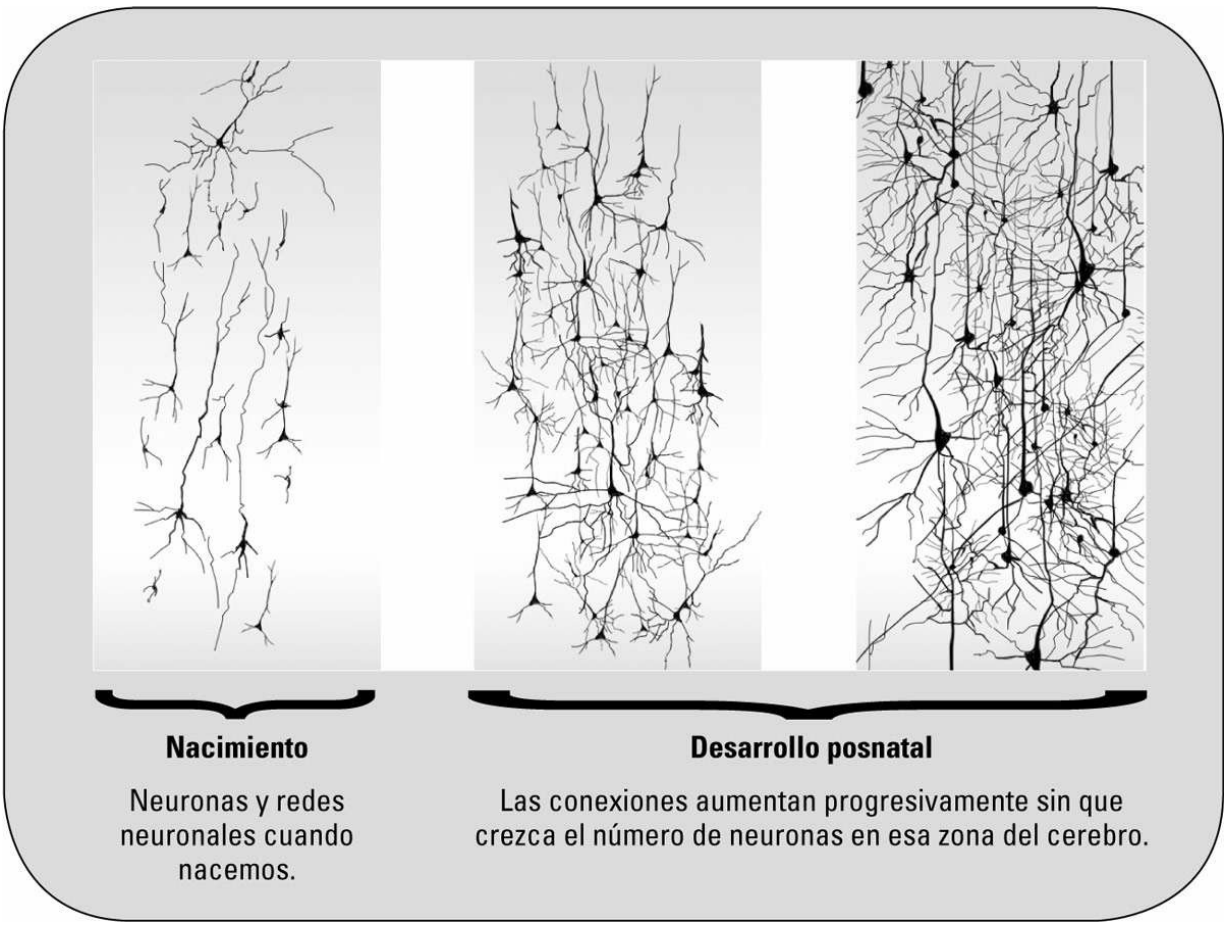


Figura 1-1:
Evolución de las conexiones neuronales después de nacer

Vamos a ver un par de ejemplos concretos de esas diferencias cerebrales:

Al comparar los cerebros de un grupo de participantes formado por músicos profesionales, aficionados y personas que no se dedicaban a la música, se descubrió que los primeros tenían más desarrolladas las zonas relacionadas con el oído, la vista y la actividad motora del cerebro (esto último se debe a su práctica habitual de convertir las notas de las partituras en movimientos de los dedos).

Esta investigación, publicada por Christian Gaser y Gottfried Schlaug en *The Journal of Neuroscience*, corroboró mediante resonancia magnética funcional (fMRI, por sus siglas en inglés) que existe una correlación entre el nivel alcanzado en la práctica musical y el desarrollo de algunas zonas del cerebro. (En el capítulo 3 te explicaré qué técnicas se utilizan en neurociencias.)

En el Instituto de Neurociencia Cognitiva de la Universidad de Londres se realizó una investigación en la que participaron 90 adultos jóvenes que previamente habían respondido un cuestionario sobre su ideología política. El estudio se hizo también mediante fMRI.

Al analizar los resultados (que luego se corroboraron con otra muestra de 28 personas), se descubrió una fuerte relación entre su ideología y la estructura cerebral: quienes se habían definido como liberales de izquierda tenían más materia gris en una región denominada cíngulo anterior, mientras que los que se definieron como conservadores de derecha tenían la zona de la amígdala más grande.

Ambas estructuras se encuentran en las profundidades del cerebro. El *cíngulo anterior* participa en funciones muy importantes del organismo, como la regulación de la presión arterial y el ritmo cardíaco. Es fundamental a la hora de motivar, concentrarse y tener iniciativa (entre muchos otros casos).

Es una zona muy estudiada por la neuropolítica, pues se activa en situaciones que requieren resolver conflictos. La *amígdala* es una pequeña estructura con forma de almendra que interviene a la hora de detectar señales que anticipan peligro o amenaza y desempeña un rol fundamental en nuestra vida emocional.

De ambos casos se desprende que el cerebro se expresa, informa, nos aporta información sobre un individuo.

Gracias al fMRI y a otros instrumentos tecnológicos que utiliza la neurociencia, hoy es posible conocer aspectos relevantes sobre una persona. Además de inferir valores y su posible actitud política, se puede saber a qué se ha dedicado durante la mayor parte de su vida, si es religiosa, si se decantaba más por la acrobacia o por las ciencias exactas, si le gusta algo que acaba de probar (dominio del *neuromarketing*), si sus decisiones son o no conscientes (dominio de la *neuroeconomía*), etcétera. Las posibilidades son tantas como aspectos quieras averiguar.

Uno de los campos que considero más interesante en el ámbito de la neurociencia es el avance en el conocimiento del cerebro para desarrollar herramientas destinadas a potenciar sus capacidades, tanto las necesarias para las habilidades cotidianas como las que tienen que ver con la profesión o la especialidad de cada persona. Por ejemplo:

- ✔ Un bróker tiene que hacer rápidos cálculos mentales mientras observa atentamente varias fuentes de información. Por eso su memoria de trabajo ha de estar a pleno rendimiento, es decir debe mantener en la mente una cantidad óptima de datos mientras los utiliza.
- ✔ La secretaria de un ejecutivo, director o gerente hiperactivo debe contar con una óptima atención dividida, es decir, la capacidad de concentrarse en más de un estímulo al mismo tiempo o alternar sucesivamente un estímulo con otro, además de una excelente memoria de trabajo.
- ✔ Un mago debe desarrollar destreza visomotora, esto es, habilidad de ejecución manipulativa asociada a la coordinación ojo-mano.

En realidad, a muchísimas personas les encantaría desarrollar sus capacidades cerebrales. Por ejemplo, si sacas el tema del cerebro en tu trabajo, en la universidad o en cualquier otro ámbito, verás que a la mayor parte de la gente le encantaría desarrollar su inteligencia, tener mayor agilidad mental para el cálculo, mejorar su memoria y tomar decisiones más rápidamente. También suele preocuparles los devastadores efectos del estrés y las emociones negativas sobre el razonamiento y la creatividad.

Afortunadamente, a pesar de que el objetivo fundamental del avance de las ciencias que estudian el cerebro es la comprensión de anomalías neurobiológicas y la cura de enfermedades, día a día se multiplican las investigaciones que se centran en aspectos emocionales (como la pérdida de control o los bloqueos) e intelectuales (como el razonamiento, la atención, la memoria y la toma de decisiones).

Estas investigaciones no sólo se centran en casos actuales, ya que también estudian cerebros post mórtem que presentan algún tipo de particularidad. Por ejemplo, un tesoro para las neurociencias es el cerebro de Albert Einstein, que se extrajo en la Universidad de Princeton tras su fallecimiento, en 1955, y ha sido analizado por varios especialistas. Si te interesa este tema, échale un vistazo al recuadro gris, “El cerebro de Einstein”.

Y ahora plantéate estas preguntas: ¿qué hubiera pasado si Einstein se hubiese dedicado a otra área, por ejemplo, si hubiese querido ser sociólogo? ¿Su cerebro

hubiera mantenido esta morfología?

En el capítulo 5 veremos que algunas de las neuronas con las que venimos al mundo las activan los genes, es decir, características heredadas. Sin embargo, y paralelamente, existen millones de neuronas con potencial para formar cualquier neurocircuito en el futuro.

Voy a ayudarte con la respuesta a las preguntas anteriores: si Einstein hubiera dedicado su vida a la sociología, la morfología de su cerebro hubiera sido diferente.

El cerebro de Einstein

Tras fallecer Einstein, muchos científicos de todo el mundo compitieron para conseguir una muestra de su tejido cerebral. En 1999 se publicó un estudio realizado en la Universidad McMaster (Canadá) en el que se describieron sus diferencias anatómicas si se comparaba con el cerebro de 35 hombres y 50 mujeres con un coeficiente intelectual normal y más o menos la edad que tenía el prestigioso físico al morir.

Se observó que el cerebro de Einstein tenía un gran desarrollo en la región inferior parietal, relacionada con la inteligencia visoespacial, el movimiento y el pensamiento matemático.

Otra diferencia que llamó la atención está relacionada con la cisura de Silvio, una pequeña estructura que separa el lóbulo frontal y el temporal (por la parte inferior) y el lóbulo parietal del temporal (por la parte superior). Einstein carecía prácticamente de esta cisura, lo cual quizá permitió una conexión más eficaz entre las redes neuronales, lo que provocaba un procesamiento de la información más veloz. Más adelante, en la figura 1-2 de este capítulo, te muestro una imagen de estos lóbulos en el cerebro.

Asimismo, y según un trabajo publicado por la investigadora estadounidense Marian C. Diamond (con el que coinciden otros estudiosos), Einstein poseía en las zonas de la corteza parietal inferior y de la prefrontal derecha e izquierda más células gliales por neurona que un varón promedio.

Dado que las células gliales sostienen y nutren a las neuronas, un número superior de éstas en una área determinada indica mayor actividad metabólica. Este descubrimiento coincide con el de Thomas S. Harvey (el patólogo que extrajo y preservó el cerebro de Einstein en el hospital de

Princeton): en un artículo publicado en *Experimental Neurology* aseguró que, porcentualmente, Einstein tenía más células de la glía que neuronas.

Además, al calcular el peso de este maravilloso cerebro, se descubrió que pesaba 1.230 gramos, es decir, unos 170 gramos menos que el de un hombre adulto de edad similar, y que había mayor densidad neuronal en su corteza cerebral. También se corroboró que los lóbulos parietales de Einstein eran un 15% mayores que los de un hombre de su edad.

Si quieres saber más sobre uno de los últimos descubrimientos del cerebro de Einstein, puedes leer el excelente trabajo de Dean Falk, del departamento de Antropología de la Universidad Estatal de Florida. Se llama *New Information about Albert Einstein's Brain* y lo encontrarás fácilmente en Internet, pues es uno de los más leídos y citados.

Durante el desarrollo cerebral, hay factores que el individuo no controla, como los genéticos y los ambientales (durante la niñez). Después, al crecer, la morfología del cerebro se va modelando en función del tipo de información que procesa. Esto nos permite afirmar que cada ser humano se crea su propia arquitectura cerebral.

Dado que la base con la que cada uno viene al mundo sólo es un punto de partida, no existe determinismo en el desarrollo cerebral. El cerebro es moldeable, así que todos podemos alcanzar un alto nivel de desarrollo siempre que queramos hacerlo.

Bueno, espero que después de esta introducción te haya quedado claro que tu cerebro es único y que tienes cierto espacio de maniobra para mejorar su funcionamiento. Pero para ello es importante que conozcas cómo es, qué partes lo componen y cuáles son sus funciones. Vamos a verlas paso a paso.

Qué es el cerebro

El cerebro es una de las estructuras más extraordinarias y complejas que existen en la naturaleza. La ciencia está avanzando mucho y ahora ya conocemos sus partes y cómo éstas se relacionan entre sí. Además, en el sistema nervioso, el cerebro es el encargado de recibir los estímulos que llegan tanto del exterior (a través de los sentidos) como del interior (preconceptos, ideas, valores,

etcétera).

Gracias a esta interacción, los seres humanos percibimos de forma única cada uno de los estímulos que recibimos y esto explica por qué un mismo hecho puede suscitar diferentes versiones. Este tema lo abordaremos en el capítulo 10, cuando nos refiramos a la expresión *construcción cerebral de la realidad*.

Cada persona interpreta el mundo a partir de lo que ve, siente, huele, oye y toca, y de la interrelación de estas percepciones con lo que existe en su mundo interno, esto es, de lo que le interesa y lo que no, lo que hace y deja de hacer, lo que admira y desprecia, lo que cree y no cree, lo que la hace feliz o desgraciada... Por ejemplo, a los abogados no dejan de sorprenderles las distintas versiones sobre un mismo hecho que pueden tener varios testigos de un caso. En realidad, han observado, escuchado y registrado la misma información de manera diferente porque su cerebro y su mundo interno son distintos.

Lo mismo ocurre ante cualquier acontecimiento político o social: como la ideología actúa como un potente filtro perceptual, un mismo hecho puede ser interpretado de forma totalmente distinta por un liberal y por un conservador, y quizá alguien a quien no le interesen la política y la economía lo ignorará.

Te pondré un curioso ejemplo sobre este tema. Hace años que mi mujer y yo compartimos actividades con otra pareja. Una vez nos contaron cómo se sintieron al observar el cuadro de *La Gioconda*: a nuestro amigo (especialmente sensible para la pintura) le fascinó el arte de Leonardo, mientras que su mujer (que es ingeniera) sólo se fijó en todo el sistema de seguridad que envolvía a la pintura en el museo.

A través de la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto (figura 1-3), el cerebro capta, procesa e interpreta la información que llega del exterior, generando las respuestas que originan pensamientos, razonamientos, decisiones, sentimientos y acciones.

Por ejemplo, si de repente oyes una alarma, se activarán las neuronas de tu corteza auditiva; si lees un libro, se activará tu corteza visual; si tocas un objeto, el

estímulo que recibas a través de la piel pondrá a trabajar neuronas que se encuentran en tu corteza somatosensorial primaria.

En todos los casos, la información que captamos por los sentidos sigue su camino hacia distintas zonas del cerebro donde se procesa. Según su contenido, puede desencadenar un movimiento, dejarte indiferente, quizá la olvides o a lo mejor pasa a tu memoria a largo plazo, contribuyendo a la formación de los sentimientos y conceptos que tengas sobre los demás, el mundo que te rodea y sobre ti mismo, como también sobre lo que sientas y decidas. En la figura 1-2a te muestro dónde se ubican los sentidos en el cerebro.

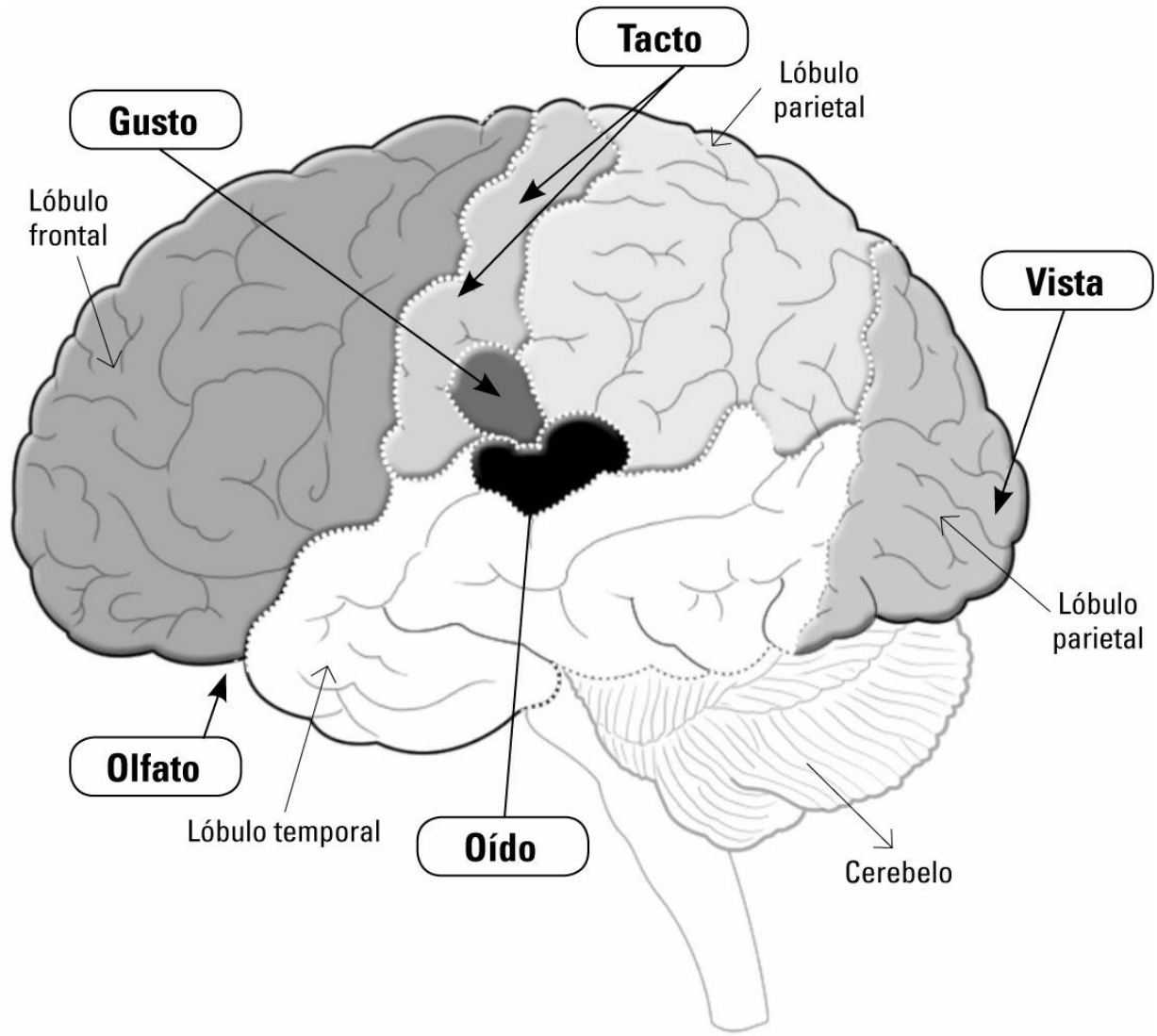


Figura 1-2a
A la izquierda, las partes del cerebro y la localización de los sentidos. A la derecha, una imagen del cerebro por fuera

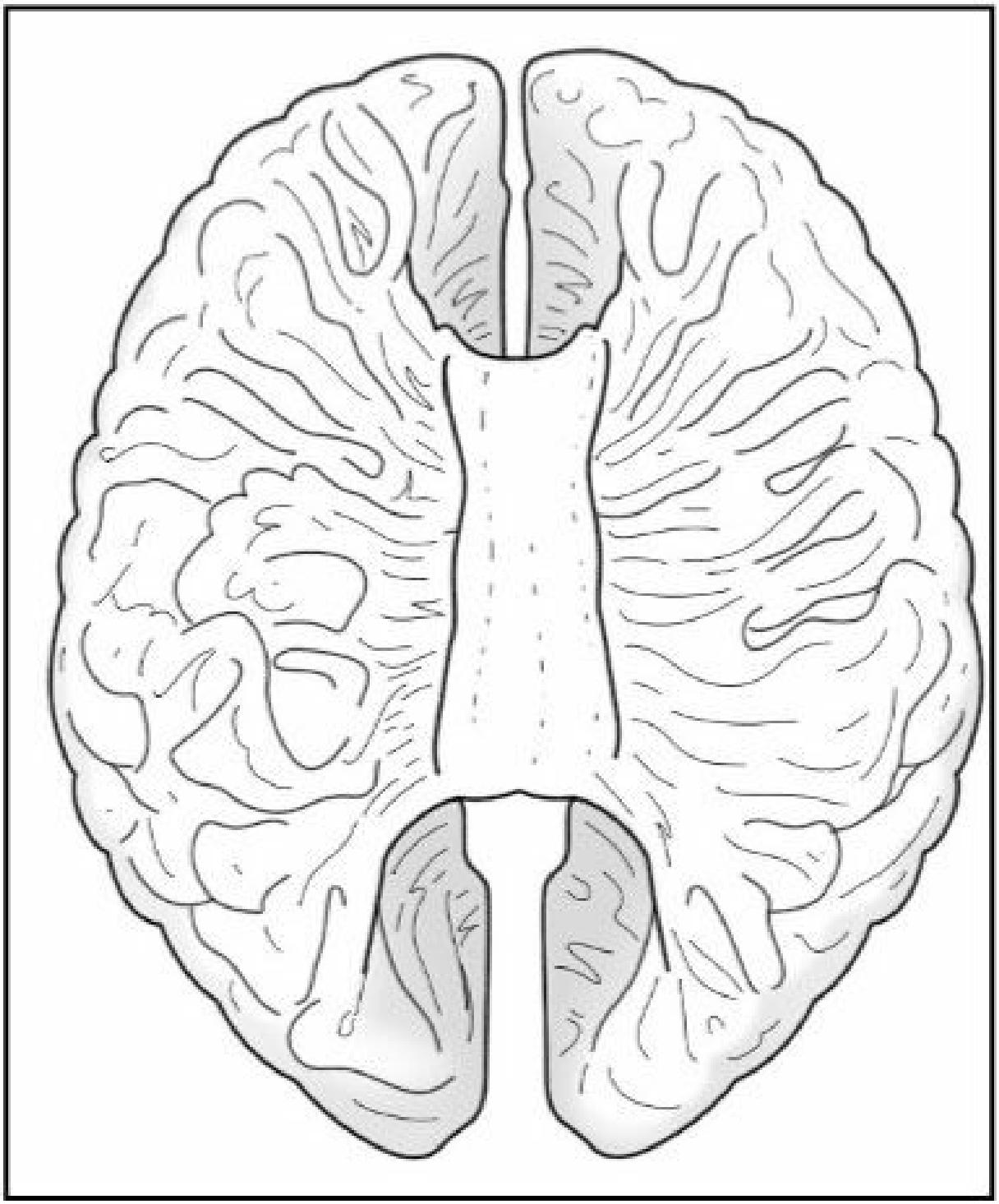


Figura 1-2b
El cerebro por fuera

Cómo es el cerebro y dónde está

El cerebro está dentro del cráneo. Es una especie de masa gelatinosa rodeada por un líquido llamado *cefalorraquídeo* cuya función principal es sostenerlo y

protegerlo. Cuando se extrae este líquido, se observa un tejido de color gris rosáceo compuesto por millones de células nerviosas que se conectan formando las redes que controlan las funciones de la mente.

Si pudieras presenciar una clase de anatomía cerebral, verías que el cerebro está dividido en dos partes, llamadas *hemisferio izquierdo* y *hemisferio derecho*, unidas por una estructura que se conoce como *cuerpo calloso*.

El cuerpo calloso actúa como un puente que comunica ambos hemisferios: es imprescindible para que la información del hemisferio izquierdo pueda utilizarla el derecho, y viceversa.

La superficie de ambos hemisferios está cubierta por la *corteza cerebral*, una pequeña capa de unos 2,6 milímetros de espesor. Normalmente, su espesor se compara con el de un pañuelo de hilo o la piel fina de una fruta, como una manzana o una pera. A pesar de su reducido tamaño, en esta parte del cerebro se calcula que hay unos treinta mil millones de neuronas que forman una red que tiene aproximadamente... ¡un trillón de enlaces!

A nivel funcional, la corteza incluye áreas motrices, somestésicas (sensibilidad corporal, como la que procede de la piel y los músculos), del lenguaje, sensoriales (visual, olfativa, auditiva y gustativa) y asociativas que integran la información. Entre estas últimas se encuentran las áreas de asociación motrices y las que se ocupan de relacionar e interpretar la información que recibimos a través de los sentidos.

A un nivel más alto, estas áreas intervienen en las funciones cognitivas más elevadas. Por ejemplo, el área de asociación que se encuentra en el lóbulo prefrontal está relacionada con la planificación y el pensamiento abstracto, mientras que en el lóbulo parietal están las áreas que utilizamos para leer y hablar.

La corteza es, sin duda, una de las más extraordinarias creaciones de la naturaleza, y no sólo por las funciones que desempeña, sino por el proceso que sigue durante su formación: justo después de la gestación, el cerebro y la médula espinal parecen un diminuto tubo que se va expandiendo para formar el cerebro.

Como la corteza es muy grande en relación con el tamaño del cráneo, a medida que crece se pliega sobre sí misma. Estos pliegues y zigzags le dan su aspecto arrugado y forman las regiones anatómicas en las que se ha dividido para estudiarla: el lóbulo parietal, el lóbulo temporal, el lóbulo occipital y el lóbulo frontal.

En la corteza el cerebro procesa la información que le llega de los sentidos (vista, oído, olfato, gusto y tacto), controla los movimientos

voluntarios y regula la actividad mental caracterizada por el pensamiento. Además, realiza procesos complejos, como los relacionados con la atención, el razonamiento, la memoria y las emociones.

El cerebro en el sistema nervioso humano

El cerebro forma parte del sistema nervioso. Las clasificaciones anatómicas y funcionales lo dividen en dos grandes partes: el sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico (figura 1-3).

✔ El **sistema nervioso central** es una estructura muy compleja que procesa millones de estímulos por segundo, adaptando las respuestas del cuerpo tanto a las condiciones externas como internas. Comprende e*l encéfalo* (en cuyo interior se encuentra el cerebro) y la *médula espinal*, que está protegida por las vértebras y se ocupa de llevar casi todo el caudal de información del cuerpo hacia el cerebro.

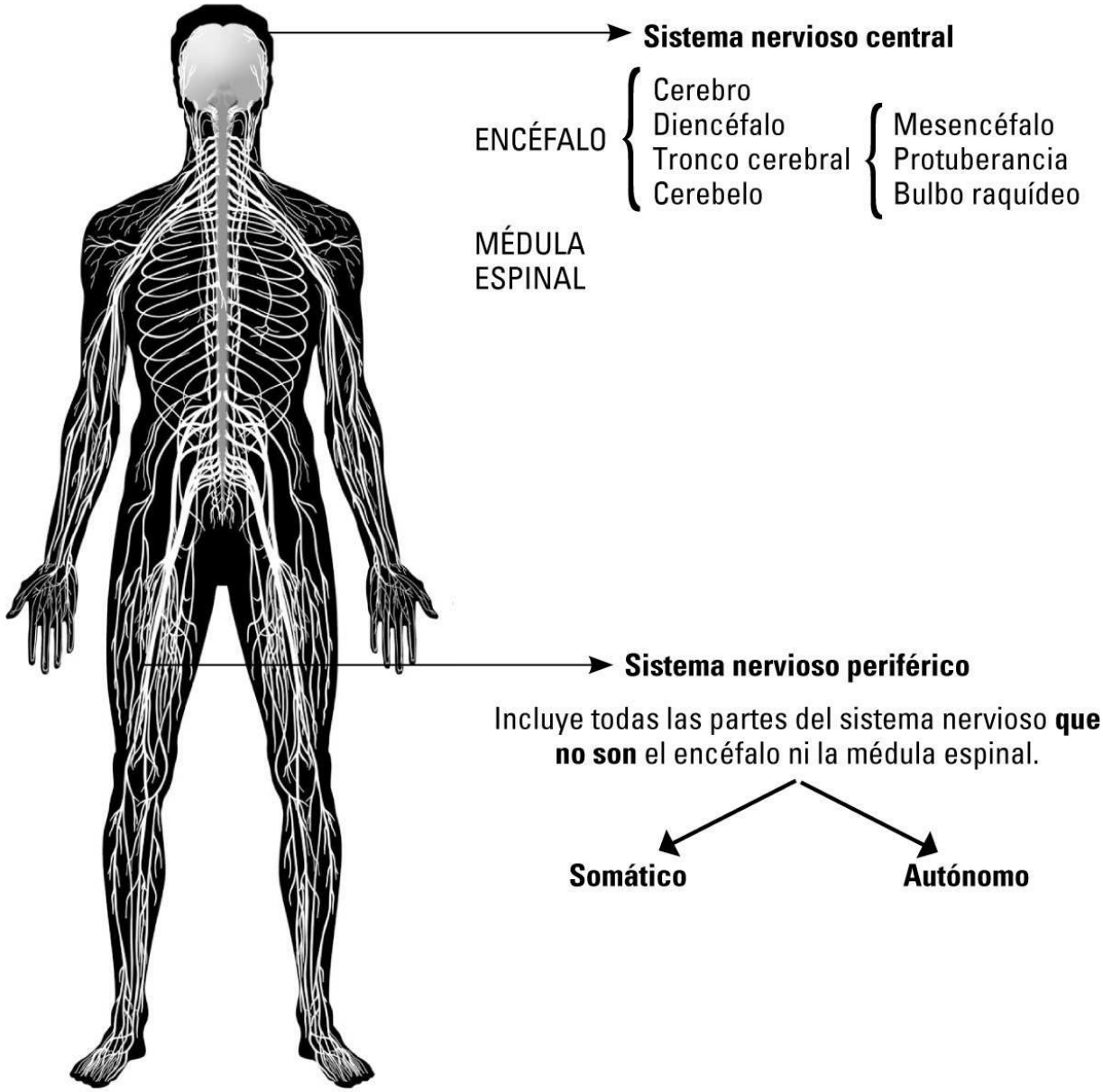


Figura 1-3:
El sistema nervioso humano

✔ El **sistema nervioso periférico** está compuesto por una ramificada red de nervios formados por *fibras aferentes* (que envían estímulos y señales al cerebro) y *fibras eferentes* (que envían señales desde el cerebro al resto de los miembros o a un centro inferior de procesamiento). De hecho, incluye todas las partes del sistema nervioso que no son el encéfalo y la médula espinal.

El sistema nervioso periférico se divide en dos grandes partes:

- ✔ **SNP somático:** Responde al ambiente y relaciona el organismo con él; abarca todos los nervios espinales que inervan la piel, las articulaciones y los músculos que se controlan de forma voluntaria. Por ejemplo, si tocas sin querer una superficie caliente, tus reacciones serán automáticas: tu rostro expresará dolor e inmediatamente retirarás la mano. En tu interior, el contacto de la mano con esa superficie se traducirá en señales neurales que viajarán por los nervios sensoriales. En la médula espinal, estas señales se transmitirán a las neuronas, ya que el sistema nervioso central y el periférico interactúan siempre. Algunas de estas neuronas conectarán con la parte del cerebro que las interpreta como dolorosas y otras con las neuronas motoras que controlan los músculos de la mano, y harán que la retires en cuanto te duela. Este ejemplo tan simple muestra cómo el sistema nervioso registra, distribuye e integra la información para provocar un comportamiento que responde a procesos de enorme complejidad y que se producen ¡en milisegundos!
- ✔ **SNP autónomo:** También se llama involuntario, vegetativo o visceral, porque está relacionado con el medio interno del cuerpo. Lo forman las neuronas que inervan los órganos, los vasos sanguíneos y las glándulas. Este sistema es básicamente eferente, pues transmite impulsos nerviosos desde el sistema nervioso central al periférico y controla actividades que no podemos dominar de forma voluntaria, como las del corazón o las de las glándulas. También se conoce como *sistema adrenérgico* o *noradrenérgico*, ya que se ocupa de preparar al organismo para que reaccione ante situaciones que provocan miedo o estrés.

Para sintetizar, podríamos decir:

- ✔ El cerebro recibe información sensorial y motora, y la procesa en distintas regiones que se clasifican de forma funcional.
- ✔ El sistema nervioso central y el periférico no actúan de manera independiente; están interrelacionados y siempre cooperan entre sí.
- ✔ Todas las partes del cerebro son interdependientes e interactivas.

Por ejemplo, la médula espinal conduce los impulsos sensitivos que proceden de los receptores periféricos hacia el cerebro y, a la inversa, manda los impulsos del cerebro hacia los órganos efectores (músculos y glándulas). Ante un peligro, el organismo genera una respuesta automática caracterizada por la liberación de adrenalina.

Esta sustancia primero la procesa el cerebro, que luego se encargará de llevar a los músculos esta información por medio de las vías simpáticas, preparándolos para la acción. Este fenómeno, que se desencadena en milisegundos (es decir, antes de que te des cuenta), te permite correr si te topas con un caballo desbocado o si se te abalanza un coche.

Las funciones del cerebro

La principal función del cerebro es mantener vivo al organismo para que pueda interactuar con el entorno. Para comprenderlo, imagínate a una persona sin cerebro: ¿podría respirar? ¿Y correr? ¿Podría comunicarse o bailar?

Suelo hacer esta pregunta porque es habitual que de una persona muy inteligente o con una mente ágil se diga que "tiene cerebro". Sin embargo, las funciones del cerebro superan con creces las capacidades intelectuales. De hecho, sin cerebro, nadie podría amar, odiar, alegrarse o deprimirse. Tampoco podría percibir aromas y sabores, reconocer las formas o jugar al golf.

Todo lo que hacemos, pensamos y sentimos tiene que ver con procesos cerebrales que responden a funciones específicas. Las neurociencias clasifican estas funciones en tres grandes grupos:

- ✔ **Sensitivas:** El cerebro recibe estímulos de los órganos sensoriales, los procesa y los integra para formar percepciones**.**
- ✔ **Motoras:** El cerebro controla los movimientos voluntarios e involuntarios del organismo.
- ✔ **Integradoras:** El cerebro genera actividades mentales, como el aprendizaje, la memoria y el lenguaje.

Estas funciones nos permiten reconocer a los demás por su rostro, su voz o su manera de caminar, distinguir lo dulce de lo salado, lo frío de lo caliente, lo

áspero de lo suave. También hacen que nos movamos o nos quedemos quietos, dormir o estar despiertos, memorizar y olvidar. En la mayoría de nuestras actividades cotidianas, el cerebro realiza un trabajo en equipo, utilizando células y estructuras a las que asigna un rol y que están estrechamente relacionadas entre sí.

El cerebro como soporte físico de la mente

Hace años, una amiga mía sufrió un accidente que le afectó a los lóbulos frontales del cerebro. Cuando la vi varios meses después, sólo caminaba con ayuda y no podía mover un brazo. No obstante, lo que más me impactó no fueron sus dificultades físicas, sino el hecho de encontrarme con una persona completamente distinta.

Podría deducirse que la ausencia de su sonrisa y su actitud ausente se debían a las secuelas psicológicas del golpe. Sin embargo, no era así. Los cambios en su personalidad (de ser alegre y divertida se convirtió en alguien poco amable, malhumorado e irritado) se debían a las lesiones que había sufrido en la zona frontal de su cerebro.

Los lóbulos cerebrales

Suelo utilizar el caso de mi amiga para explicar por qué los sentimientos y la personalidad necesitan de un adecuado soporte relacionado con la anatomía cerebral. Así como las funciones motrices (como caminar o correr) y las cognitivas (como hablar, comprender o memorizar) dependen de un cerebro sano, el equilibrio emocional y una vida rica en relaciones interpersonales satisfactorias pueden deteriorarse si se lesionan algunas partes del cerebro.

Para que me entiendas, dividiremos cada hemisferio cerebral en cuatro lóbulos delimitados por grandes surcos o cisuras: lóbulo frontal, lóbulo occipital, lóbulo parietal y lóbulo temporal.

Cada lóbulo tiene áreas funcionales y asociativas. Estas últimas diferencian el cerebro humano del de otras especies, ya que se ocupan de las funciones mentales superiores, como el pensamiento, el razonamiento, la creatividad, la formación de conceptos...

Si bien en cada lóbulo hay zonas que desempeñan funciones específicas, existe una gran interacción entre ellas. Por ejemplo, si estamos de senderismo

por la montaña, nuestros movimientos se definirán en el lóbulo frontal, encargado del razonamiento, la planificación y la toma de decisiones, incluso del autocontrol emocional.

Asimismo, necesitamos que intervenga el lóbulo parietal (que además de funciones sensitivas y asociativas se ocupa del aspecto visoespacial), el lóbulo occipital (para ver por dónde nos movemos) y los lóbulos temporales (para registrar los sonidos del entorno).

Si bien se han delimitado estas áreas diferenciadas, que se especializan en recibir y procesar información sensorial y motriz, el cerebro funciona mediante una red de interrelaciones que forman una unidad. Así, aunque la base biológica que determina las diferentes funciones de la mente tenga una localización específica, como ocurre con el habla y la visión, el cerebro se comporta como un todo.

Principales funciones de los lóbulos cerebrales

- ✔ Los **lóbulos frontales** se ocupan de las actividades cerebrales elevadas, como razonar, planificar, decidir... Por eso, hay quienes los denominan "los ejecutivos del cerebro". También desempeñan una función muy importante en el registro consciente de las emociones. Si se daña esta zona (como le ocurrió a mi amiga), se pueden provocar cambios en la personalidad. En casos extremos, el afectado puede incluso perder la noción de las consecuencias de su conducta. En este sentido, las neurociencias aportan varios casos de personas con daños en la región orbitofrontal, prefrontal y en el circuito límbico que, aunque mantienen sus capacidades cognitivas, se comportan de manera agresiva y fría a nivel emocional. Esta ausencia de registro emocional les hace tomar decisiones erróneas porque, en contra de lo que se ha creído durante mucho tiempo, el cerebro emocional es un componente imprescindible para decidir bien.
- ✔ Los **lóbulos occipitales** están fundamentalmente compuestos por zonas de procesamiento visual (figura 1-4). Por ejemplo, la lectura de palabras genera una respuesta en la corteza visual primaria, el lóbulo occipital y las áreas de asociación del cerebro. Una lesión en la zona parieto-occipital del hemisferio izquierdo puede provocar dificultades

para leer, calcular y de lateralidad. En la figura 1-4 puedes ver cómo se procesa la información que captan los ojos.

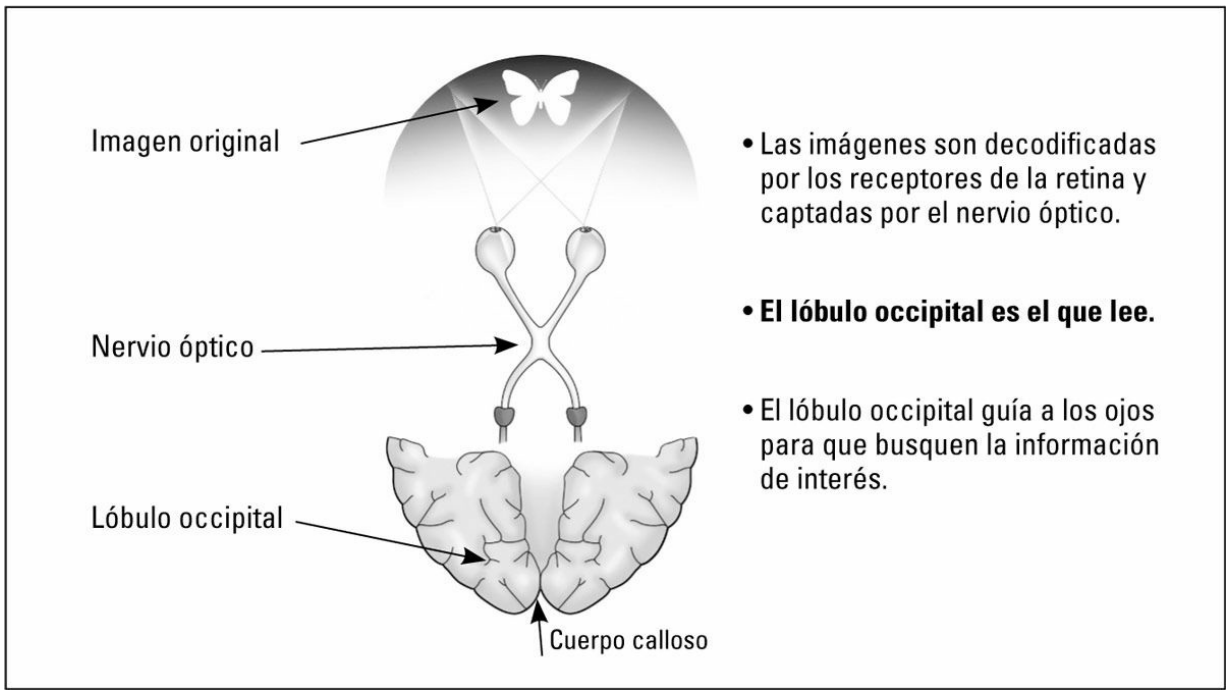


Figura 1-4:
Implicación de los lóbulos occipitales en la visión: no vemos con los ojos, sino con el cerebro

- ✔ Los **lóbulos temporales** se relacionan con el sonido, la comprensión del habla (en el lado izquierdo) y con algunos aspectos de la memoria. Por ejemplo, cuando escuchas lo que dice otra persona se activarán áreas de tu corteza temporal, ya que el cerebro utiliza vías auditivas y visuales para procesar el lenguaje. Ahora bien, para analizar el significado de las palabras que escuchas, se pondrá a trabajar una zona de tus lóbulos frontales y las áreas que se ocupan del lenguaje. Como vemos, aunque es posible identificar las funciones de cada zona, el cerebro siempre trabaja de forma orquestada.
- ✔ Los **lóbulos parietales** se ocupan de funciones relacionadas con el movimiento, la orientación, el cálculo y ciertos tipos de reconocimiento. Si se produce una lesión, la persona afectada puede tener dificultades para realizar actividades simples, como preparar la lista de la compra u ordenar el armario.

Recapitulo los puntos clave de lo que te acabo de explicar:

- ✔ La anatomía cerebral se relaciona no sólo con el ejercicio motriz y neurocognitivo, sino también con la personalidad, las emociones y la conducta.
- ✔ El cerebro no puede separarse de la mente y del cuerpo porque existe una base neurobiológica en las emociones, los sentimientos y el comportamiento social.
- ✔ En los lóbulos cerebrales existen áreas responsables del habla y el lenguaje, áreas que procesan la información que recibimos por los sentidos, áreas que permiten mover voluntariamente los músculos para caminar, correr o subir una escalera, y áreas centradas en las funciones mentales superiores, como el razonamiento y la vida emocional.

Toda esta información es muy importante, pues la neurociencia corrobora que muchos aspectos considerados psicológicos o de personalidad tienen una base física en el cerebro. Por eso, cada día hay más equipos de investigación formados por psicoanalistas, neurólogos y neuropsicólogos.

El pequeño cerebro

En la figura 1-2a puedes ver que, bajo los cuatro lóbulos de la corteza cerebral, destaca una pequeña estructura cuyas funciones son tan importantes que se ha bautizado como *pequeño cerebro*. Se trata del **cerebelo**, una área vital para el control de actividades motrices como caminar, correr, practicar un deporte o tocar un instrumento.

Psicoanálisis y neurociencias, encuentros y desencuentros

Todas nuestras experiencias dejan huella en el cerebro, *huellas sinápticas* (es decir, las relacionadas con las células nerviosas) y *huellas psíquicas*. Por eso

la psicología se preocupa a diario por integrar sus conocimientos con los que proceden de los avances neurocientíficos (como puedes ver en el libro *Psicología para Dummies* escrito por Adam Cash. La parte II destaca el decisivo papel de la neurobiología en el conocimiento psicológico).

Esta integración ha provocado que surjan otras disciplinas, como la neuropsicología, que se centra en las relaciones que existen entre el cerebro y la conducta tanto en sujetos normales como en los que presentan alteraciones por lesiones cerebrales.

Si bien el camino de integración entre psicoanálisis y neurociencias es muy reciente, cabe destacar que años atrás Freud abordó el tema de la plasticidad neuronal al analizar los mecanismos de aprendizaje y memoria, y que ya él tenía sus esperanzas puestas en los avances biológicos.

En su publicación de 1920, *Jenseits des Lustprinzips*, traducido al español como *Más allá del principio de placer*, afirmaba: "Es probable que los defectos de nuestra descripción desaparecieran si en lugar de los términos psicológicos pudiéramos usar ya los fisiológicos o químicos [...] La biología es verdaderamente un reino de posibilidades ilimitadas, tenemos que esperar de ella los esclarecimientos más sorprendentes y no podemos columbrar las respuestas que decenios más adelante dará a los interrogantes que le planteamos".

En esta segunda década del siglo xxi, el conocimiento neurobiológico más el desarrollo de la tecnología está dando pasos agigantados para estudiar las huellas que la experiencia deja en el cerebro, teniendo presente que, del mismo modo que se crean y se asocian en forma de conexiones sinápticas, también se fortalecen o desaparecen en función de la relación de cada individuo consigo mismo y con el mundo exterior.

Por ejemplo, si los lóbulos frontales de un jugador de fútbol transmiten una señal que indica correr hacia un punto para chutar un penalti, su cerebelo desencadenará los impulsos que harán que corra, se detenga donde se encuentra la pelota y ejecute los movimientos necesarios para colocarla dentro de la portería.

Si, después, celebra la victoria con sus compañeros y bebe en exceso, lo más probable es que pierda el equilibrio y le cueste articular las palabras. Eso se debe a que el cerebelo también interviene en funciones cognitivas y le afecta mucho el consumo de alcohol.

Ya conocemos muchas de las funciones del cerebelo, pero otras se siguen descubriendo a medida que avanza la neurociencia. Por ejemplo, se está

estudiando su participación en la vida emocional, relacionada con el sistema hormonal por sus conexiones con el hipotálamo; además, se ha encontrado un vínculo entre el cerebelo y la memoria del miedo. También se ha descubierto que interviene en funciones no motoras, entre ellas, el lenguaje, la atención, la memoria, el seguimiento visual y las reacciones emocionales. Actualmente se investiga su implicación en las funciones cognitivas y en el control de las expresiones que incluyen a los sentimientos.

Esto nos muestra que es fundamental que mantengamos sano nuestro cerebelo para que se produzcan conductas relacionadas con la supervivencia, como la reacción física (movimiento) que provoca, por ejemplo, la aparición de una fiera o una situación de peligro.

Al igual que el cerebro, el cerebelo es una estructura imprescindible para vivir de forma sana. Los estudios anatómicos en pacientes con daños en el cerebelo (neuroimágenes e investigaciones post mórtem) confirman su implicación en procesos motrices, cognitivos y emocionales.

Una importante lesión en el cerebelo puede acabar con la carrera de un deportista, una bailarina o un atleta, pero sus consecuencias en los procesos cognitivos y emocionales pueden ser aún más graves, tal como muestra la tabla 1-1.

Tabla 1-1. Implicación de las lesiones en el cerebelo para la cognición y la vida emocional

Procesos cognitivos	*Procesos emocionales*
Disminución de las funciones que dependen de la atención y la concentración	Ansiedad
Dificultades de memoria y aprendizaje	Risa patológica
Dificultades en el lenguaje	Agresividad
Disminución de las funciones visoespaciales	Pánico
	Depresión
	Otras palogías psiquiátricas

Como ves, el cerebro es una estructura fascinante y compleja, resultado de una larga evolución (inacabada, por cierto) para adaptarnos al medio. De esto hablaremos en el capítulo 2.

Capítulo 2

Del cerebro de los primates al cerebro moderno

En este capítulo

- Conocerás el origen y la evolución del cerebro humano y cuáles han sido las aportaciones de la genética y la epigenética
- Descubrirás qué factores nos diferencian y nos definen como seres humanos
- Te mostraré las etapas de desarrollo del cerebro: cerebro instintivo, emocional y pensante

Durante toda la historia de la humanidad, filósofos, antropólogos y científicos de varias disciplinas han intentado desvelar el origen de la especie humana, así como el desarrollo cerebral que le ha permitido alcanzar las capacidades neurocognitivas y emocionales que la caracterizan.

Pero ¿qué nos diferencia de los animales? ¿Por qué algunas conductas de los primates se parecen a las humanas? ¿Es cierto que descendemos de ellos? ¿En qué lugar del mundo nacieron y vivieron los primeros hombres y mujeres? ¿Cómo era el cerebro de aquellos hombres que se alimentaban de lo que encontraban en la naturaleza, vivían en cuevas y utilizaban piedras para defenderse si se compara con el del hombre moderno, capaz de enviar un robot a Marte? Quienes dedican su vida a estudiar la evolución nos han dado muchas de estas respuestas, pero aún hay interrogantes que siguen abiertos.

Afortunadamente, desde el siglo XX contamos con uno de los avances más espectaculares de la ciencia en la historia de la humanidad: en 1953, los científicos Francis Crick y James Watson descubrieron el ADN y unas disciplinas que se desarrollan a pasos agigantados: la genética y la epigenética.

El descubrimiento del ADN

ADN es la abreviatura de ácido desoxirribonucleico. Esta sustancia se encuentra en todos los organismos vivos: animales (sí, también en nuestro interior), plantas, incluso en bacterias y virus. Una molécula de ADN contiene la información genética que pasa de padres a hijos de generación en generación, así que, después de descubrirla, se abrieron investigaciones en numerosos campos, entre ellas varias relacionadas con el cerebro. Algunas pretenden responder a preguntas que han quedado abiertas referentes a la evolución, mientras otras confirman lo que ya se sabía. Por ejemplo:

- ✔ Mediante estudios comparados de ADN se corroboró que el ser humano contemporáneo nació en África y poco a poco sustituyó a otras especies de homínidos de Asia y Europa. Además, se descubrió que los simios son nuestros antepasados más cercanos: el ADN de los chimpancés sólo se diferencia del nuestro en un 1%.
- ✔ En 2004, una investigación del Howard Hughes Medical Institute descubrió que los genes implicados en la evolución del cerebro (tamaño y funciones) tuvieron un desarrollo notablemente más rápido en el ser humano si se nos compara con otras especies: macacos, ratas y ratones. Como los genes están formados por segmentos de ADN y ARN (ácido ribonucleico), los investigadores estudiaron cómo cambiaban las secuencias de ADN de 214 genes en estas especies. Las diferencias se atribuyeron a la progresiva generación de vínculos sociales entre los humanos, lo cual produjo un mayor desarrollo neurocognitivo.

Actualmente, la posibilidad de leer la información que contiene el ADN nos permite dar un salto gigantesco en el conocimiento sobre el cerebro, tanto por lo que respecta al rol de los genes en el desarrollo neurológico y a la plasticidad neuronal, como para responder a algunos de los interrogantes que las diferentes teorías evolutivas siguen manteniendo.

El siguiente apartado te introducirá en este apasionante tema, y te presentaré los conceptos fundamentales que debes asimilar para entender lo que te explicaré después.

La información genética

La información que cada especie transmite a las siguientes generaciones se organiza del siguiente modo:

- ✔ El **ADN** contiene el código de la información genética y se organiza en cromosomas.
- ✔ Los **cromosomas** están formados por hebras de ADN, por tanto contienen los genes que definirán, por ejemplo, si una persona será alta o baja, rubia o morena, si tendrá ojos verdes o azules. Cada célula tiene 23 pares de cromosomas (22 pares de autosomas y 1 par de cromosomas sexuales), la mitad herencia de la madre y la otra mitad del padre. Los cromosomas llamados X e Y determinan el sexo: las mujeres tienen dos cromosomas X, mientras que los varones tienen un cromosoma X y uno Y. Por lo tanto, el cromosoma masculino determina si el ser que se está gestando será niño o niña.
- ✔ Los **genes** son segmentos largos de ADN que se localizan en los cromosomas. Pueden definirse como programas biológicos que regulan el funcionamiento de las células o como fragmentos de ADN "empaquetados" en cromosomas que contienen instrucciones para producir las diferentes proteínas.
- ✔ El **genoma** es la serie completa de genes que contienen los cromosomas de un organismo. El **genoma** humano está compuesto por unos veintiocho mil genes.

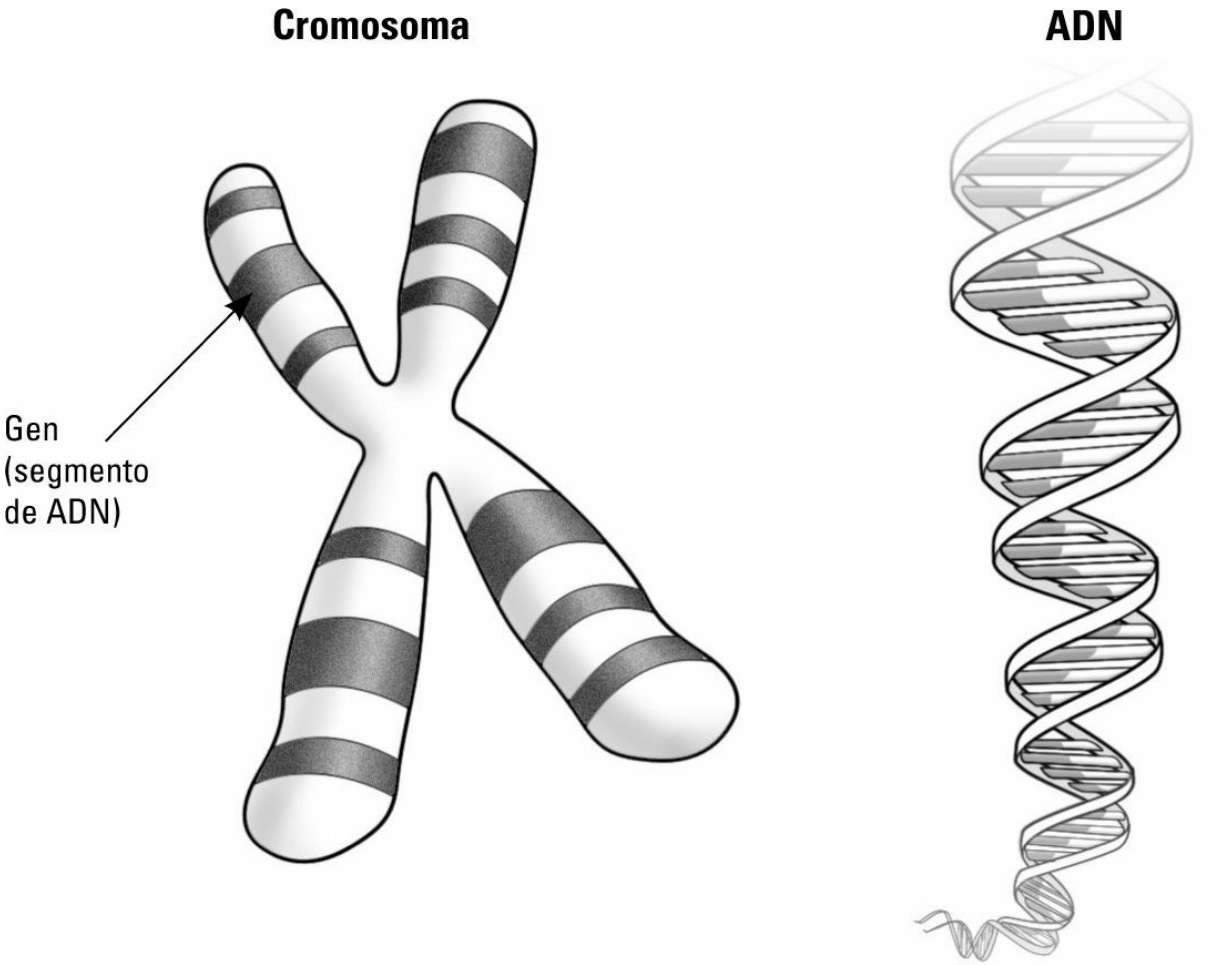


Figura 2-1:
Estructura de un cromosoma y de la cadena de ADN

Las aportaciones de la genética y la epigenética

La *genética* estudia la herencia biológica, es decir, los caracteres hereditarios que se transmiten de generación en generación entre los seres vivos. Su principal objetivo de estudio son los *genes*.

El proyecto genoma humano

El Proyecto Genoma Humano se presentó en el año 1990 en Estados Unidos gracias al presupuesto multimillonario que aportaron tanto el gobierno

estadounidense como empresas privadas. Contó con la colaboración de científicos de otras naciones, principalmente de Canadá, Gran Bretaña, España y Nueva Zelanda. En resumen, ponía en práctica un conjunto de investigaciones destinadas a determinar la secuencia de pares de bases químicas que componen el ADN y, además, pretendía identificar dichos genes desde un punto de vista funcional, para lo cual se fijó un plazo de quince años.

En junio del año 2000 ya se contaba con una especie de borrador del genoma. El impacto de este descubrimiento fue tan sonado que lo presentaron a la vez Bill Clinton (el presidente de Estados Unidos en aquel momento) y su homólogo británico, Tony Blair. El resultado final, que presentó el genoma completo, se logró antes de lo esperado, en abril de 2003.

El enorme interés que despertó este proyecto desde su origen radica en varios factores. Por un lado, la pasión por el conocimiento: ahora sabemos que los seres humanos tienen unos veintiocho mil genes (menos de lo que se suponía) y se identificaron sus funciones; por el otro, los avances en otras áreas que puede generar este descubrimiento.

Principalmente, se espera que este descubrimiento favorezca la cura de enfermedades y permita realizar diagnósticos que ayuden a prevenirlas. También cree que podrán desarrollarse medicamentos individualizados, es decir, para cada caso particular.

Pero a este descubrimiento también lo envolvió la preocupación por aspectos éticos y morales ya que, como siempre digo, un cuchillo se pensó para cortar, aunque hay quien también lo usa para matar. Los resultados siempre dependen del uso que el hombre dé a estas nuevas herramientas, no de las herramientas en sí.

Por lo tanto, aunque existen grandes esperanzas relacionadas con la salud y la mejora en la calidad de vida, se teme que la tecnología permita obtener, en segundos, información que pueda utilizarse con fines perjudiciales. Por ejemplo, si una aseguradora sabe que genéticamente alguien puede llegar a padecer una enfermedad que quizá la mate entre los cuarenta y cincuenta años, difícilmente le venderá un seguro de vida.

El temor sobre el alcance de los conocimientos actuales y sus aplicaciones es tan importante que, en 1997, la UNESCO promulgó la *Declaración universal sobre el genoma humano y los derechos humanos*, documento que establece criterios y normas sobre el uso de estos avances. Recomiendo su lectura por su gran interés y por su facilidad de acceso, pues está colgado en la web portal.unesco.org

La *epigenética* estudia las modificaciones en la expresión de genes provocadas por el medio ambiente, y por eso puede explicar las consecuencias que el estilo de vida de las diferentes generaciones de homínidos han tenido sobre éstos y, con relación al tema que nos ocupa, cómo ha influido en el desarrollo cerebral. Esta disciplina se articula alrededor de tres principios básicos:

- ✔ El factor ambiental puede modificar uno o varios genes con múltiples funciones.
- ✔ Gracias a la regulación epigenética se puede observar cómo es la adaptación al medio ambiente dada por la plasticidad del genoma (la serie completa de genes que contienen los cromosomas de un organismo).
- ✔ Estas modificaciones tienen un alto grado de estabilidad y, como son hereditarias, se pueden mantener durante generaciones.

El término *expresión de genes* se refiere al proceso por el cual un organismo transforma la información que contienen los genes en las proteínas que necesita este organismo para desarrollarse y funcionar. A nivel particular, puede definirse como la capacidad de un gen para producir una proteína biológicamente activa.

Ahora bien, los genes no se expresan juntos en un mismo punto del tiempo y tampoco en todas las células (excepto los denominados *genes constitutivos*). Esto quiere decir, por ejemplo, que se ponen en *on* o en *off* según la etapa de la vida de una persona. Cuando los genes se modifican, estas modificaciones pueden heredarse. Por ejemplo, si tú fumas, incorporas toxinas que pueden producir epimutaciones en tu organismo. Es muy probable que transmitas estos cambios a tus hijos, nietos y bisnietos. No variará la secuencia de tu ADN, pero se modificará la expresión de tus genes (si aumenta la expresión de los genes, también lo hará la producción de la proteína que codifican).

No creas que me estoy posicionando en contra del tabaco. En realidad, la expresión de los genes de un fumador se ha comprobado científicamente. Un buen ejemplo es la siguiente investigación realizada en la Universidad de Tasmania (Australia):

Se realizó un estudio en el que participaron 1.240 voluntarios para analizar los cambios que provoca el tabaco en un grupo de células (las células

blancas). Se descubrió que más de trescientos genes modificaban su expresión por todo lo que contiene, y que estas modificaciones pueden impactar negativamente sobre el sistema inmunológico: todos sabemos que se relacionan con ciertos tipos de cáncer y muerte celular.

Aunque esta investigación se centró en los hábitos del hombre contemporáneo (y no tiene nada que ver con el tema evolutivo del que hablábamos) resulta muy útil para comprender de qué se ocupa esta disciplina y por qué es tan importante su avance para descifrar lo que ha sucedido hasta nuestros días.

Es muy importante tener claros estos conceptos tanto para entender qué se investiga con relación a la herencia como por su relevancia en la cura de enfermedades y demás áreas apasionantes de la biotecnología moderna.

Por ejemplo, si acudes a la consulta de un buen médico clínico, seguramente te preguntará por tus antecedentes familiares, es decir, si tus padres o abuelos han tenido tal o cual enfermedad. Como comprobarás, tu respuesta influirá en las pruebas que te pida. ¿Por qué sucede esto?

Hay problemas, como ciertos tipos de patologías cardíacas, que se transmiten de generación en generación o que tienen altas probabilidades de repetirse, pues los genes predisponen a las personas a contraer algunas enfermedades.

Lo que quiero destacar es que, a medida que avanza la ciencia, cada vez son más los descubrimientos que se contraponen a lo que podríamos entender como determinismo genético. Por ejemplo:

La *medicina epigenética* indica qué alimentos debes consumir para luchar contra algunas enfermedades a las que estás genéticamente predispuesto y, fundamentalmente, para que mejores tus capacidades cerebrales. Para ello se nutre de los avances de otra disciplina, la nutrigenómica.

La *nutrigenómica* estudia los componentes de la dieta que contribuyen a alterar la expresión genética de cada persona. Se basa en tres ideas fundamentales:

- ✔ Lo que comemos puede modificar el comportamiento de nuestros genes.
- ✔ Si mantenemos una dieta equilibrada y realizamos ejercicio físico de forma regular, protegeremos nuestro cerebro de posibles daños.
- ✔ Una dieta personalizada potencia las capacidades cognitivas y retrasa el envejecimiento, producido (en parte) por el deterioro de los genes.

Esta unión de conocimientos entre la genética y la nutrición tiene un enorme potencial. Si bien lo que comemos no puede alterar la información que contienen los genes con los que nacimos, puede influir en su comportamiento. Ten presente que:

- ✔ En la evolución del cerebro, uno de los aspectos destacables es la longevidad que ha alcanzado el hombre moderno.
- ✔ ¿Quieres llegar a anciano? Pues recuerda: además del ejercicio físico y una vida rica en experiencias nuevas, la dieta es fundamental para mantener un cerebro sano y retrasar su envejecimiento. Te pondré un ejemplo: los habitantes de la isla de Okinawa, en Japón, son los más longevos del planeta y los que padecen menos problemas cerebrales. El secreto está en su alimentación, que complementan con ejercicios físicos y mentales.
- ✔ La neurociencia informa cotidianamente sobre sus avances. Presta atención a todo lo que pueda ayudarte a cuidar y entrenar tu cerebro. (En "Los decálogos" encontrarás herramientas que te ayudarán a conseguirlo.)

Epigenética aplicada a la evolución

Actualmente los científicos están de acuerdo en que las diferencias entre los chimpancés y los humanos pueden radicar más en la expresión de los genes que en los genes en sí. Las investigaciones realizadas corroboran que la evolución implicó un gran número de mutaciones genéticas y que en el hombre este proceso fue muy rápido si se compara con el de otras especies. Es decir, los cambios en la expresión de los genes fueron mucho más acelerados en el hombre que en sus antecesores. Esta velocidad se atribuye fundamentalmente a la capacidad del hombre para vivir en sociedad, lo cual exigió, a su vez, una evolución del lenguaje.

Gracias al fenómeno de neuroplasticidad, los cambios en la relación con la naturaleza y sus semejantes provocaron en el hombre que se modificase su

cerebro, con lo cual fueron las principales fuerzas que impulsaron su crecimiento. Por ejemplo, los estudios de moldes endocraneanos de fósiles que se han encontrado revelan que el tronco cerebral (la mayor vía de comunicación entre el cerebro, la médula y los nervios del sistema periférico) no aumentó mucho su tamaño, pero sí lo han hecho las regiones de la corteza de las que dependen funciones importantes, entre ellas, las áreas del lenguaje, el hipocampo (fundamental en la memoria), las áreas de asociación y las zonas del cerebelo que controlan la motricidad fina. Si quieres conocer más detalles sobre el funcionamiento del hipocampo, consulta el capítulo 3.

¿De dónde venimos?

El ser humano moderno *(Homo sapiens)* desciende de los primates. Tiene su origen en el género *homo* ('hombre', 'humano' en latín) del África negra. Las otras especies de *homos* se extinguieron. Uno de los grandes misterios de la evolución del hombre es el abismo que existe entre el cerebro del primer homínido (un poquito más grande que el del mono) y el del último *erectus* (esta especie, que vivió hasta hace unos trescientos mil años, es la más cercana al hombre actual y, a su vez, la más distinta con relación a los *homos* que la precedieron).

Debido al fenómeno de la neuroplasticidad, que abordaremos con detalle en el capítulo 5, las sucesivas adaptaciones de los homínidos a su entorno dieron como resultado un cerebro compuesto por un conjunto de capas que se han ido superponiendo durante la evolución. Por ello, las mujeres y hombres del mundo contemporáneo conservan estructuras que ya aparecieron hace más de quinientos millones de años, como el sistema serotonérgico, que está en las profundidades del cerebro y actúa como una especie de termostato.

Podríamos resumir la evolución del cerebro humano en tres ideas básicas:

✔ El hombre moderno, *Homo sapiens*, desciende de los primates. Su cerebro es el resultado de sucesivas adaptaciones caracterizadas por

rápidas mutaciones genéticas.

- ✔ Los primitivos sistemas del cerebro no han desaparecido, sino que, con la evolución, se han añadido otros. Mientras las áreas antiguas siguen ocupándose de las funciones relacionadas con la supervivencia (como el hambre, el sexo y la sed), las nuevas se ocupan de las funciones cognitivas más elevadas (como el razonamiento y la formación de conceptos, de lo que se encarga la neocorteza).
- ✔ El descubrimiento del ADN para explicar las modificaciones en la morfología cerebral es sumamente interesante, ya que los genes contienen información sobre los mecanismos del cambio evolutivo.

Llegados a este punto quizá os hayáis preguntado por qué los elefantes, cuyo cerebro pesa tres veces más que el nuestro, no son los seres más inteligentes de la Tierra... Si te pica la curiosidad, sigue leyendo.

Cómo éramos y cómo somos. El cociente de encefalización

A partir de la socialización y, especialmente, del desarrollo del lenguaje, la antropología se ha ocupado de estudiar la evolución del hombre. Además, con su ayuda, la neurociencia ha podido analizar las huellas que dejaron los lóbulos cerebrales y las venas en los cráneos que los antropólogos han ido encontrando, como también las variaciones en el aumento del tamaño del cerebro (mediante el cociente o coeficiente de encefalización).

El *cociente de encefalización*, QE por sus siglas en inglés, mide el volumen cerebral con relación a la masa corporal. Se calcula mediante una fórmula matemática, normalmente la de Jerison, que puede variar según la especie. Por ejemplo, el QE de un chimpancé es de 2,48, mientras que el del hombre es de 7,30, es decir, más de tres veces superior que el de sus predecesores y siete veces mayor que el de los prosimios.

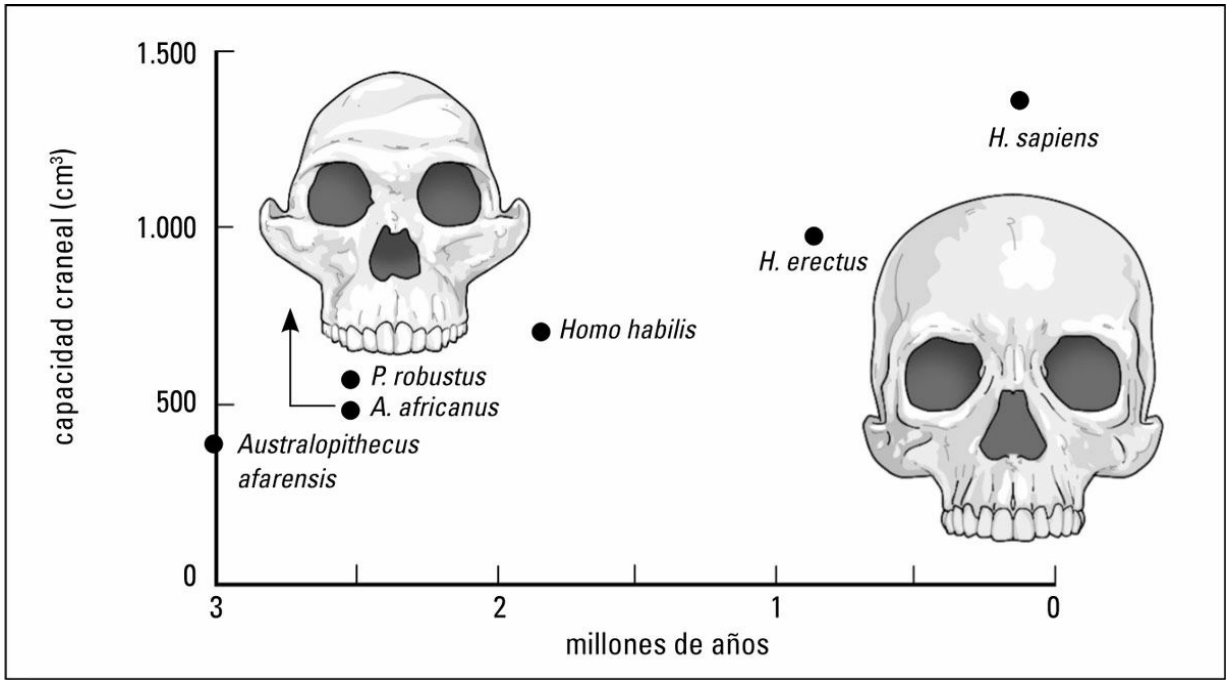


Figura 2-2:
Evolución del cerebro según el cociente de encefalización

Estas investigaciones nos aclaran no sólo de dónde venimos, sino también lo que ha sucedido mientras nuestra especie atravesaba las distintas etapas de su historia. Además, nos muestran qué nos hace verdaderamente humanos.

Precisamente, la estructura que más ha crecido con relación al peso corporal del hombre es la neocorteza, área relacionada con las funciones cognitivas que nos han permitido alcanzar un alto grado de desarrollo de la inteligencia.

Recapitulando los puntos clave:

- ✔ El tamaño no determina el nivel de desarrollo de un cerebro, sino su QE.
- ✔ El tamaño del cerebro no se relaciona con la inteligencia; si fuera así, el oso o la ballena serían más inteligentes que el hombre.
- ✔ La principal diferencia entre el cerebro de los primates y el del hombre radica en la cantidad y variedad de conexiones neuronales, dado que en ellas reside su capacidad de percepción, razonamiento, memoria y, sobre todo, su conciencia.

Después de ver las grandes tragedias que estamos provocando los humanos (como las guerras o las crisis económicas, que producen un gran sufrimiento social), quizá hayas escuchado que la humanidad está retrocediendo, dejando paso a los animales, que parecen ser más inteligentes. Lo cierto es que, a pesar de que se digan grandes verdades en cuestiones ontológicas, ningún animal, excepto el ser humano, puede alcanzar un desarrollo que le permita curar sus propias enfermedades o enviar una nave al espacio para explorar otros mundos.

De los primates al *Homo sapiens*: tres cerebros en uno

Si hablamos de la evolución del cerebro desde sus orígenes, no podemos dejar de mencionar la teoría del cerebro triuno, desarrollada por Paul MacLean, un neurocientífico estadounidense que realizó contribuciones muy importantes no sólo al estudio de la evolución, sino también en el ámbito de otras disciplinas como la psiquiatría y la psicología.

Su teoría, de amplia aceptación actualmente, se centra en aspectos funcionales y sostiene que el cerebro humano se fue desarrollando en etapas que dieron como resultado la formación de tres cerebros que hoy forman un único cerebro: el cerebro reptiliano, el cerebro límbico y la neocorteza. De ahí el nombre de su teoría (en inglés *triune*, 'tres en uno').

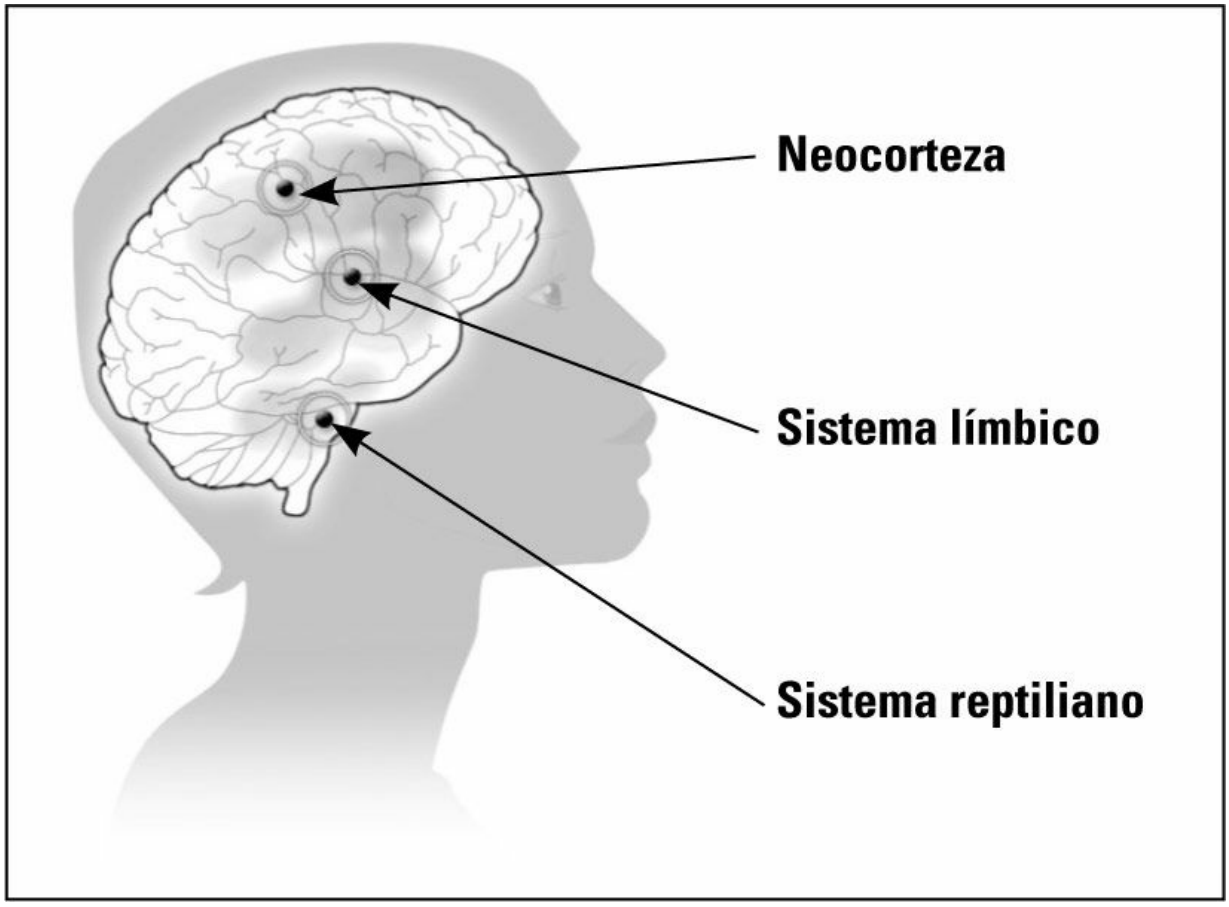


Figura 2-3:
El cerebro triuno

Estos niveles se han superpuesto progresivamente y forman el cerebro humano actual. A pesar de que se interrelacionan, pueden actuar de forma independiente, ya que cada uno de ellos tiene sus propias funciones y, a su vez, una estructura física y química particular.

MacLean lo explicaba del siguiente modo: "Es como si en nuestra cabeza convivieran un cocodrilo, un caballo y un ser humano, y que las decisiones las tomaran entre los tres (aunque no siempre de común acuerdo)". Sugirió, además, que estos tres cerebros actúan como si fueran tres biocomputadoras interconectadas, cada una con su sentido del tiempo y el espacio, y su propia memoria (entre otras funciones). Veamos en qué consisten estos tres niveles.

El sistema reptiliano: base del equilibrio instintivo

Es nuestro cerebro más antiguo. Está formado por el cerebelo, la médula espinal y los ganglios basales, implicados en el control del movimiento y acciones rutinarias. Por ejemplo, la intención de mover una silla culmina en el movimiento de la silla. En estos procesos, los antiguos circuitos de los ganglios basales participan de forma activa. Este nivel cerebral, que controla los

principales impulsos automáticos, tiene un rol muy importante en las decisiones que permitieron al hombre adaptarse a su entorno, sobrevivir y preservarse.

El sistema límbico

El límbico es una especie de cerebro que recubre la parte reptiliana y domina las funciones relacionadas con la autoconservación, la lucha, la procreación y, fundamentalmente, el comportamiento emocional. Está justo debajo de la corteza cerebral y comprende estructuras muy importantes: el hipocampo, el hipotálamo y la amígdala. Esta última tiene funciones de alerta, defensa y registro del miedo, participa en los instintos sexuales y tiene un papel fundamental en la vida afectiva.

El sistema límbico se descubrió en unas investigaciones realizadas por el neurólogo francés Paul Broca, publicadas en 1878. Este prestigioso científico observó que en el centro del cerebro había un grupo de áreas que se diferenciaban de la corteza circundante y las llamó *lóbulo límbico*.

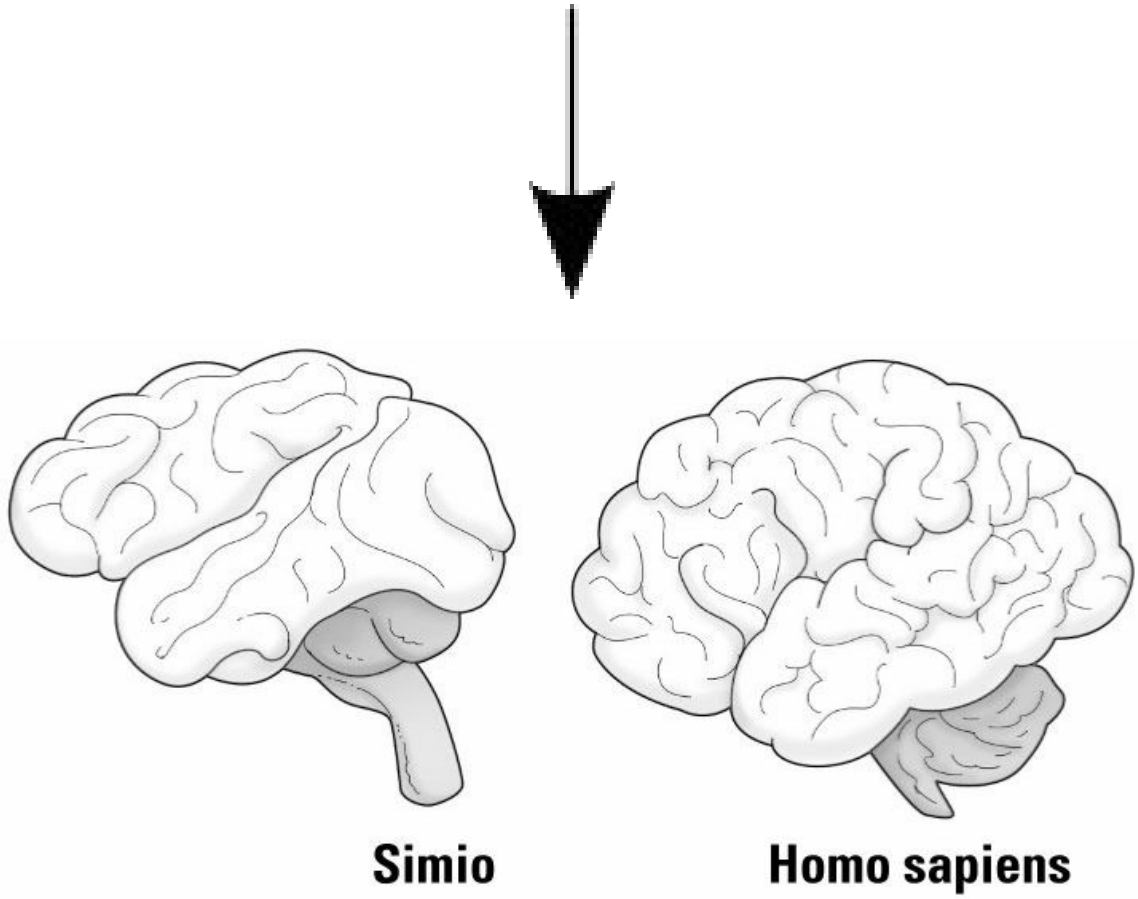
Si bien las conexiones del sistema límbico son complejas —y hay algunas discusiones por lo que respecta a sus componentes—, el criterio de que regula la vida emocional es ampliamente aceptado y hay estudios que lo confirman.

Una investigación publicada por los neurocientíficos Nasir Naqvi, Baba Shiv y Antoine Bechara reveló que quienes padecían daños en el sistema límbico (además de la región orbitofrontal y prefrontal) mantenían sus capacidades cognitivas, pero mostraban cambios de personalidad y tenían una actitud fría emocionalmente. La ausencia de registro emocional les hacía tomar decisiones erróneas. Algunas de ellas acabaron aisladas (perdieron vínculos con familiares y amigos) y otras tuvieron grandes dificultades económicas (debido a sus errores).

Varias investigaciones realizadas en centros especializados de diferentes países han llegado a conclusiones similares. Al analizar el caso de personas con daños en este sistema se observa una gran variedad de síntomas, entre ellos, fragilidad emocional, tendencia al llanto, alteraciones en la memoria emocional, incluso hipersexualidad. En todos estos casos existe un rasgo común que puede verse en las neuroimágenes: lesiones en la zona amigdalina.

La neocorteza

Si comparamos el cerebro del hombre con el de un chimpancé veremos que, al nacer, ambos tienen un tamaño similar. Sin embargo, el cerebro del hombre se expandirá de forma extraordinaria: al llegar a la vida adulta, su corteza cerebral ocupará una superficie dos veces mayor que la del primate.



A veces llamada *neocórtex*, es la zona más nueva del cerebro y se considera el resultado más espectacular de la evolución, pues ha añadido al cerebro del hombre todo lo que lo diferencia del resto de mamíferos, es decir, la capacidad de pensar y razonar, estudiar y aprender, planificar y decidir, crear e innovar, comunicarse con los demás a través del lenguaje y, fundamentalmente, tener conciencia de sí mismo y de sus emociones.

Figura 2-4:
Evolución de la corteza cerebral

Morfológicamente, el término *neocorteza* alude a la parte de la corteza más reciente, caracterizada por una serie de pliegues y repliegues en forma de surcos y cisuras que separan las circunvoluciones. Si sacáramos la corteza del interior del cráneo y la extendiéramos, veríamos que su superficie es de unos 2 metros cuadrados.

Interacciones

En el hombre contemporáneo —capaz de estudiar su ADN, diseñar y fabricar el Airbus, enviar la sonda *Curiosity* a Marte y cambiar su vida a partir de una transformación tecnológico-científica sin precedentes—, existe un cerebro primitivo que tiene activadas todas las funciones que necesitaron sus ancestros para sobrevivir. Eso explica por qué el ingeniero que diseña un programa científico imposible de entender reaccionará igual que un analfabeto si se encuentra con algo que ponga en peligro su integridad física: un tornado, una serpiente, un caballo desbocado o un ladrón empuñando una arma.

Asimismo, la impronta de uno u otro nivel cerebral en los diferentes momentos de la vida puede variar de una persona a otra. Hay quienes tienen un notable predominio del razonamiento lógico, con poco o nulo espacio para la creatividad, quienes mantienen un sano equilibrio entre razón y emoción, y quienes no pueden evitar desbordarse, ya sea porque se enfadan e irritan o porque lloran a la primera de cambio. Los primeros tenderán a distanciarse de sus emociones, lo cual impedirá que su sistema límbico trabaje con libertad para que la neocorteza despliegue su potencial. Los segundos serán propensos a bloquear las funciones ejecutivas de su cerebro: les costará prestar atención, concentrarse, memorizar y tomar decisiones acertadas.

El cerebro reptiliano ha sido diseñado para responder ante cuestiones de supervivencia. Cuando sus estructuras, igual que algunas de las que forman el sistema límbico (como en el caso de la amígdala), se activan por encima de lo normal, el hombre contemporáneo se enfrenta a una cuestión que debe resolver para no afrontar las consecuencias que comporta: desde problemas de relación con compañeros de trabajo, vecinos o pareja, hasta bloqueos a la creatividad.

La influencia del cerebro reptilianosegún BarakObama y Carl Sagan

En 2010, durante el programa de entrevistas *The View*, después de responder a las preguntas ¿qué somos? y ¿quiénes somos? referidas al pueblo

estadounidense, Barak Obama, presidente de Estados Unidos en ese momento, abordó el tema de los prejuicios utilizando conceptos sobre la evolución del cerebro: "[…] hay una parte que es cautelosa y lo que tenemos que hacer es luchar contra eso".

Obama se refería a los prejuicios que condicionan el pensamiento de parte del electorado estadounidense (entre ellos, los raciales) y los analizaba a la luz de la teoría del cerebro triuno. De su respuesta se desprende que el cerebro reptiliano no debería dominar a los estadounidenses, dando paso a la parte más evolucionada, la corteza o el cerebro pensante.

Hace años, en la obra *Los dragones del Edén*, el cosmólogo Carl Sagan analizó la influencia del cerebro reptiliano sobre la humanidad: "[...] No es bueno ignorar el componente reptil de la naturaleza humana, particularmente nuestro comportamiento ritualístico y jerárquico. Por el contrario, el modelo puede ayudar a entender a los seres humanos".

Según Sagan, todavía pueden verse las características de este cerebro primitivo en quien vive su vida de forma ritual, en las supersticiones, en la obediencia y el sometimiento a algunas religiones, en la agresividad, la violencia y la mayor parte de los comportamientos sexuales. Coincidiendo con lo que exponía el presidente Obama, Sagan consideraba que el racismo proviene del cerebro reptiliano.

Afortunadamente, el desarrollo de las neurociencias comportó la creación de técnicas que permiten a los seres humanos mejorar lo que está inscrito en la naturaleza del cerebro y evolucionar hacia un desarrollo superior mediante un programa de neuroplasticidad autodirigida.

En el capítulo 5 analizo los factores que influyen en el desarrollo cerebral y te muestro cómo cambia el cerebro con la edad; en el capítulo 18, hablo de los agentes que conspiran contra un cerebro sano y creativo, y en "Los decálogos" te ofrezco un conjunto de herramientas para que puedas trabajar en la evolución de tu cerebro.

Capítulo 3

Neurociencias: cómo se estudia el cerebro

En este capítulo

- Descubrirás en qué consisten las neurociencias
- Conocerás los nuevos métodos para estudiar el cerebro
- Te pondrás al día sobre las aplicaciones de estos nuevos conocimientos

Las diferentes ramas de la neurociencia la han convertido en una de las disciplinas más dinámicas por lo que se refiere a su evolución y desarrollo y, al mismo tiempo, en una de las que despierta más interés tanto en quienes se dedican a especialidades que pueden enriquecerse con sus aportaciones (como la neuropsicología, la neuroteología o la neurofilosofía) como en los apasionados por conocer los misterios del cerebro desde que el mundo es mundo.

En el momento de escribir esta obra (2013) prácticamente no hay noticias, periódicos o programas de radio que no hablen de sus avances, y miles de personas de todo el mundo se suscriben a publicaciones especializadas para seguir de cerca los resultados de estas investigaciones. Este creciente interés tiene varios motivos: hay quienes esperan que los estudios del cerebro y su funcionamiento puedan aplicarse a la cura de las enfermedades que padecen o que quizá padecerán por herencia genética, los que quieren desarrollar su potencial cerebral y no saben cómo hacerlo, quienes están preocupados por su rendimiento cognitivo y los que, simplemente, sienten una enorme curiosidad por los temas neurocientíficos.

Actualmente, los temas que más preocupan al hombre dentro de este campo son la memoria, su deterioro y la reducción de la velocidad de procesamiento de la información: "¿Por qué ya no retengo como antes? ¿Por qué siempre pierdo las gafas? ¿Por qué me cuesta recordar los nombres de las personas que acaban de presentarme? ¿Por qué mi orientación es cada vez peor?".

Éstas son algunas de las preguntas que suelen hacerme en mis seminarios. Esta preocupación influye en la gran cantidad de gimnasios cerebrales que están apareciendo y en las disciplinas que, a la luz de la neurociencia, están avanzando no sólo para ayudarnos a mantener un cerebro sano y desarrollar todas sus capacidades, sino también para evitar su envejecimiento.

Sin duda, a medida que avanza la neurociencia, también lo hacen la cura de enfermedades, las técnicas de desarrollo neurocognitivo y emocional, el desarrollo de dietas orientadas a mejorar la salud y actividad cerebral, y las herramientas para luchar contra el deterioro que se produce con la edad.

Paralelamente, se han empezado a desarrollar disciplinas que se nutren de sus conocimientos, como la *neuroeconomía* (que estudia la toma de decisiones desde una perspectiva neurocientífica), el *neuromarketing* (que averigua qué ocurre en el cerebro cuando alguien prueba un producto o ve un anuncio) o el *neuromanagement* (que ofrece a las empresas recursos para mejorar el liderazgo, la productividad y el bienestar en el trabajo).

También el mundo del deporte aplica los avances neurocientíficos para conocer cómo funciona el cerebro de algunas estrellas —como Lionel Messi, delantero del F. C. Barcelona, considerado el mejor jugador del mundo por varios expertos—, y también para entrenarlo: golfistas, pilotos de Fórmula 1, futbolistas y equipos de rugbi completan su entrenamiento físico con gimnasia cerebral. Más que hacer una larga lista de sus aplicaciones, lo que me interesa subrayar es el porqué: el ser humano utiliza su cerebro tanto despierto como dormido.

Adéntrate en el mundo de la neurociencia

En una primera aproximación, podemos definirla como la ciencia que estudia la estructura y funcionamiento del sistema nervioso humano y cómo se relacionan sus diferentes elementos para crear y constituir la base biológica de la cognición, las emociones y la conducta.

Por eso es indispensable conocer y explicar cómo actúan los billones de células que existen en el cerebro (neuronas y glía, como veremos en el capítulo 4) y cómo les influye el medio ambiente, es decir, todo lo que rodea a un ser

humano en el ámbito natural y social en el que crece y se desarrolla.

La formación de las redes neuronales, que es el resultado de la comunicación entre neuronas mediante unas sustancias llamadas *neurotransmisores*, es uno de los ámbitos de investigación más apasionantes de la neurociencia. Por ejemplo, los neurotransmisores se estudian no sólo por su relación con algunas enfermedades (como el alzhéimer) sino también por su repercusión en la conducta: si hay demasiados o muy pocos neurotransmisores, nuestro estado de ánimo se verá afectado (lo veremos en el capítulo 4).

La neurociencia estudia principalmente todos estos temas:

- ✔ La estructura y el funcionamiento de las células cerebrales: neuronas y glía.
- ✔ La influencia de los genes en el desarrollo y la morfología cerebral.
- ✔ La comunicación entre neuronas *(sinapsis)* y la creación de redes neuronales.
- ✔ Las características y el papel que desempeñan los mediadores químicos en las sinapsis: los neurotransmisores.
- ✔ La construcción cerebral de la realidad a partir de la percepción y el procesamiento de la información.
- ✔ Los mecanismos neurobiológicos responsables de la cognición: por ejemplo, los relacionados con la atención, la memoria, el aprendizaje, la creatividad, la motivación... Los mecanismos neurobiológicos que subyacen a las emociones.
- ✔ El funcionamiento de estructuras neuronales como el hipocampo, la amígdala, los ganglios basales y la ínsula cerebral (entre otros).
- ✔ Las diferencias cerebrales según el sexo, es decir, los aspectos morfológicos y conductuales que diferencian el cerebro femenino del masculino.
- ✔ La base biológica del aprendizaje y la memoria.
- ✔ La neuroplasticidad y la neurogénesis (como veremos en el capítulo 5).
- ✔ El desarrollo neuronal desde la concepción y la influencia del medio ambiente.
- ✔ La estructura y el funcionamiento de redes neuronales complejas, por ejemplo, las del habla.
- ✔ La conciencia y los mecanismos no conscientes.

Esta diversidad temática es sólo enunciativa y ha hecho aparecer las diferentes ramas en las que se ha especializado la neurociencia. Esta especialización, como el caso de la neurociencia cognitiva y la afectiva, ha abierto el camino para el desarrollo del potencial de las personas a partir de los avances en cognición social, la neurobiología del estrés y el estudio de la ansiedad. Esto es fundamental en contextos de alta incertidumbre, como el que generan las interminables crisis económicas, y tiene su correlato en el diseño de programas de entrenamiento cerebral que otorgan un lugar importante a las emociones y a la interacción social.

Las principales ramas de la neurociencia

Como el sistema nervioso es muy complejo, la neurociencia moderna representa una reciente integración entre distintas disciplinas, entre ellas, anatomía, fisiología, embriología, farmacología, psicología, genética y biología molecular. Todo este cóctel se ha dividido en diversas ramas, algunas de las cuales te nombro en esta lista:

- ✔ **Neurociencia cognitiva:** Analiza los mecanismos neurales responsables de los niveles superiores de la actividad mental del hombre, como el pensamiento, la imaginación y el lenguaje. Estudia cómo la actividad del cerebro crea la mente.
- ✔ **Neurociencia afectiva:** Es una de las ramas más modernas y se ocupa de la relación entre el cerebro y las emociones. Se originó al descubrir la existencia de una intrincada red de conexiones neuronales que vinculan los sentimientos con la construcción cerebral de la realidad y la conducta.
- ✔ **Neurociencia conductual:** Analiza cómo funcionan los sistemas neuronales para producir determinadas conductas, por ejemplo, qué áreas intervienen en los mecanismos de aprendizaje y memoria durante experimentos del tipo estímulo-respuesta.
- ✔ **Neurociencia social:** Estudia cómo el cerebro dirige nuestro comportamiento social y, a su vez, cómo la interacción con los demás influye en el cerebro. Por ejemplo, se ha comprobado que el dolor físico y el malestar interior que genera el rechazo de los demás activan las mismas áreas cerebrales.
- ✔ **Neurociencia celular:** Analiza las propiedades de las neuronas, por ejemplo, cómo difieren en sus funciones, como influyen unas sobre otras, cómo se conectan entre sí, etcétera.

- ✔ **Neurociencia molecular:** Estudia el cerebro considerándolo el fragmento de materia más complejo del universo. Las moléculas desempeñan diferentes papeles decisivos para su función; uno de ellos es permitir que las neuronas se comuniquen entre sí.
- ✔ **Neurociencia de los sistemas:** Analiza los mecanismos cerebrales que, al interactuar, generan circuitos que configuran sistemas. Es decir, cómo las agrupaciones de neuronas realizan una función determinada, por ejemplo, el sistema visual, el sistema auditivo o el sistema motor.

Los avances en el desarrollo de técnicas para obtener neuroimágenes han permitido a los psicólogos cognitivos estudiar la representación interna de los procesos mentales. Como resultado, las funciones superiores no tienen que deducirse a partir de observaciones del comportamiento, ya que el estudio de la cognición puede hacerse con tomografías computarizadas (entre otras técnicas).

Cómo se estudia el cerebro

Los tesoros de las neurociencias

En el capítulo 2 te he comentado que los científicos del mundo entero se disputaron muestras del tejido de Einstein. Sin embargo, esta pasión por preservar los cerebros de "cerebritos" y estudiarlos a medida que se desarrollan las nuevas tecnologías no es nueva. Ésta podría ser la Ruta de los Cerebros:

✔ En Estados Unidos se conserva el cerebro de Einstein.

✔ En París, el Musée de l'Homme guarda el cerebro de personalidades destacadas, como Descartes o Broca —niño prodigio que se licenció a la vez en Física, Matemáticas y Literatura, y obtuvo su título de médico ¡con sólo 20 años! Se le conoce por descubrir el área de Broca—. Carl Sagan describe que, durante una visita al Musée de l'Homme, descubrió esa "colección de retorcidos objetos grisáceos nadando en formol".

✔ En Londres se conserva el cerebro de Charles Babbage, científico y matemático considerado uno de los padres de la informática.

✔ Rusia creó el primer banco de cerebros humanos congelados, donde se encuentran los de algunos importantes matemáticos. El gobierno mantiene el de Lenin en una caja fuerte del, en aquellos tiempos, Instituto de

Investigación Cerebral de la URSS.

✔ Además de estos cerebros privilegiados, también se conservan algunos de personas anónimas. Existe una red internacional de muestras disponibles para la ciencia y en España, por ejemplo, hay bancos de tejidos cerebrales.

En primer lugar, debemos diferenciar las investigaciones que se realizan con cerebros en activo de las que lo hacen con cerebros post mórtem, tanto de personalidades destacadas como de gente anónima.

También los cerebros de los animales contribuyen al desarrollo de la neurociencia: hay muchísimas investigaciones realizadas con gatos, varios roedores, monos, incluso babosas de mar e insectos (como la mosca de la fruta) que contribuyen a comprender cómo funciona nuestro cerebro. Veamos algunos ejemplos:

✔ En 1996, mientras realizaba un experimento con macacos, un equipo de la Universidad de Parma (Italia) descubrió las *neuronas espejo*, que participan activamente en el aprendizaje, la imitación y la vida social. Se observó que estas células no sólo se encendían cuando el animal ejecutaba ciertos movimientos, sino también se activaban en el cerebro de los que lo estaban observando, aunque en menor grado. Sobre este tema hablaremos en el capítulo 4.

✔ En las investigaciones sobre la memoria (tema que abordo en el capítulo 14), uno de los animalitos más utilizados es la rata. Por ejemplo, en la noruega Universidad de Ciencia y Tecnología se describió cómo reacciona el cerebro de estos roedores durante la transición entre un recuerdo y el siguiente. En la Universidad de Pittsburgh se cultivaron células embrionarias del hipocampo de una rata y se consiguió desarrollar una memoria de corto plazo.

✔ En una investigación sobre los mecanismos cerebrales de las fobias realizada en Polonia se localizaron las neuronas que se activan ante sentimientos asociados a éstas experimentando con un tipo especial de ratas, lo cual amplía el abanico de los tratamientos a los que permitan inhibir fobias o miedos que paralizan a los seres humanos, como les pasa a los que les da pánico subirse a un avión.

El conocimiento del cerebro humano a través de los animales: la babosa de mar gigante

Eric Kandel utilizó la *Aplysia californica*, una babosa marina que habita en las costas de California, para estudiar los mecanismos cerebrales de aprendizaje condicionado. Durante sus experimentos, observó que el animal reaccionaba ante un estímulo táctil (un chorrito de agua) defendiéndose, contrayendo las branquias, pero si el chorrito era constante, la babosa se adaptaba, registrando este comportamiento en su memoria, y este recuerdo lo conservaba un tiempo.

Kandel observó que el comportamiento de adaptación de la aplysia se mantenía en la memoria a largo plazo y que el aprendizaje producía cambios en sus circuitos cerebrales: las sinapsis entre la neurona sensitiva (que reaccionaba ante el chorrito de agua) y la motora (que activaba los músculos de las branquias) se estabilizaban y se comunicaban con facilidad mediante mensajeros nerviosos, porque la experiencia se había consolidado.

Luego sugirió que, en el cerebro humano, la memoria puede almacenarse en circuitos neurales sin esa función específica. Actualmente se estima que los cambios adaptativos presinápticos son responsables no sólo de aprendizajes simples, sino también de la memorización a corto plazo.

La tecnología al servicio de la neurociencia

La investigación experimental en neurociencias utiliza diversos equipos y tecnología. En general, abarca cuatro etapas:

1. Observación.

2. Reproducción (repetir la experiencia o hacer observaciones similares para descartar el azar).

3. Interpretación.

4. Verificación.

Uno de los factores decisivos en la explosión de conocimientos que se produjo durante y después de la década del cerebro (la última década del siglo XX) ha sido el desarrollo de equipos que permiten observar reacciones cerebrales justo cuando se producen, por ejemplo, qué zona se activa cuando hablamos, qué ocurre al observar un anuncio o qué áreas se iluminan y cuáles permanecen

apagadas ante determinados estímulos. Los equipos que utilizan escáneres cerebrales son los más efectivos para obtener imágenes.

Como estos métodos no son invasivos (en el siguiente apartado verás cuáles son los más importantes), los investigadores pueden hacer muchos estudios en un mismo individuo y obtener información detallada acerca de la actividad de su cerebro, además de sobre su estructura. Con los siguientes ejemplos comprenderás el enorme campo de aplicaciones de las neurociencias en ámbitos que no pertenecen a las ciencias médicas y, a través de ellos, conocerás los equipos y métodos de investigación que utiliza:

- ✔ En la Universidad de Reading, Gran Bretaña, se inició una investigación para conocer cómo funciona el cerebro de los líderes cuando tienen que tomar decisiones. Uno de los participantes fue el empresario John Madejski, quien se introdujo en un escáner de resonancia magnética durante los 45 minutos que duró el experimento. El grupo de participantes lo formaron directores, ejecutivos de empresas y líderes en diferentes ámbitos, incluidas las fuerzas armadas. Mientras estaban en el escáner, debían resolver unos ejercicios diseñados para evaluar cómo procesaba la información su cerebro.
- ✔ En España, la escuela de negocios ESADE, juntamente con la Universidad de Arizona, realizó un trabajo para investigar las dinámicas neurológicas que se producen en la toma de decisiones en equipo. En este caso, se utilizó una tecnología llamada ABM *(Advanced Brain Monitoring)*, que permite escanear varios cerebros de forma sincronizada cuando trabajan, por ejemplo, mientras los participantes responden a un cuestionario o resuelven problemas simulados.
- ✔ Los escáneres cerebrales también se utilizan para estudiar los cambios que determinados hábitos provocan en el cerebro, como los producidos por algunas religiones o, simplemente, por la filosofía de vida. Por ejemplo, durante una investigación realizada por especialistas del Massachusetts General Hospital (Estados Unidos) y de la Universidad de Giessen (Alemania), se observó que la meditación provocaba cambios que podían medirse en el cerebro, como mejoras en la atención, la memoria, la empatía y la autoconciencia. También se observó una reducción del estrés, lo cual se reflejó en la disminución

> de la densidad de materia gris de la amígdala (que tiene un papel fundamental en el registro emocional del miedo y la ansiedad). En la neurociencia se han realizado muchas investigaciones a personas que meditan, especialmente a monjes budistas: todas confirman que esta técnica milenaria produce cambios muy favorables en el rendimiento neurocognitivo y emocional.

Principales técnicas y equipos de exploración

En la exploración cerebral coexisten técnicas antiguas —como el electroencefalograma (que data de 1929)— con otras sumamente avanzadas, como la magnetoencefalografía (que ha conseguido medir la actividad cerebral en tiempo real). Como te imaginarás, estas técnicas se han diseñado para diagnosticar con precisión y curar enfermedades, pero, dada la diversidad de aplicaciones de los avances neurocientíficos, hoy se utilizan de forma interdisciplinaria. Veamos cuáles son las principales técnicas y cómo se aplican en ámbitos que no son exclusivos o no pertenecen a las ciencias médicas.

Electroencefalografía

Esta técnica emplea electrodos adheridos al cuero cabelludo para estudiar la actividad eléctrica que generan diversos estímulos en el cerebro del paciente. Aunque se inventó en el siglo pasado, el encefalógrafo ha evolucionado mucho. Actualmente son digitales e informatizados.

Magnetoencefalografía

Se basa en el biomagnetismo, es decir, en los campos magnéticos que generan los sistemas biológicos. Los magnetógrafos más avanzados pueden medir la actividad eléctrica del cerebro de forma muy precisa, así que se utilizan para investigar la actividad neuronal, las relaciones entre las distintas zonas del cerebro y sus funciones.

La mayor parte de los magnetógrafos tienen una precisión de un milisegundo. Los más modernos trabajan en tiempo real: miden la actividad del cerebro justo cuando se produce, y ofrecen información sobre las funciones cerebrales, además de aquellas vinculadas a los sentidos y la motricidad.

Algunos aparatos que exploran el cerebro (como los tomógrafos) impactan por su tamaño, pero, a medida que la tecnología avanza, los equipos que se utilizan son cada vez más pequeños. Por ejemplo, se espera que los nuevos magnetógrafos se parezcan a los típicos secadores de pelo de las peluquerías.

Resonancia magnética funcional por imágenes (fMRI)

Esta técnica ofrece información estructural, anatómica y metabólica del cerebro. Cada exploración (que permite ver qué zonas se activan y cuáles permanecen inmutables ante determinados estímulos) se denomina escáner. Como el cerebro necesita aproximadamente medio segundo para reaccionar ante un estímulo, se pueden observar zonas de actividad en distintas partes teniendo en cuenta ese intervalo.

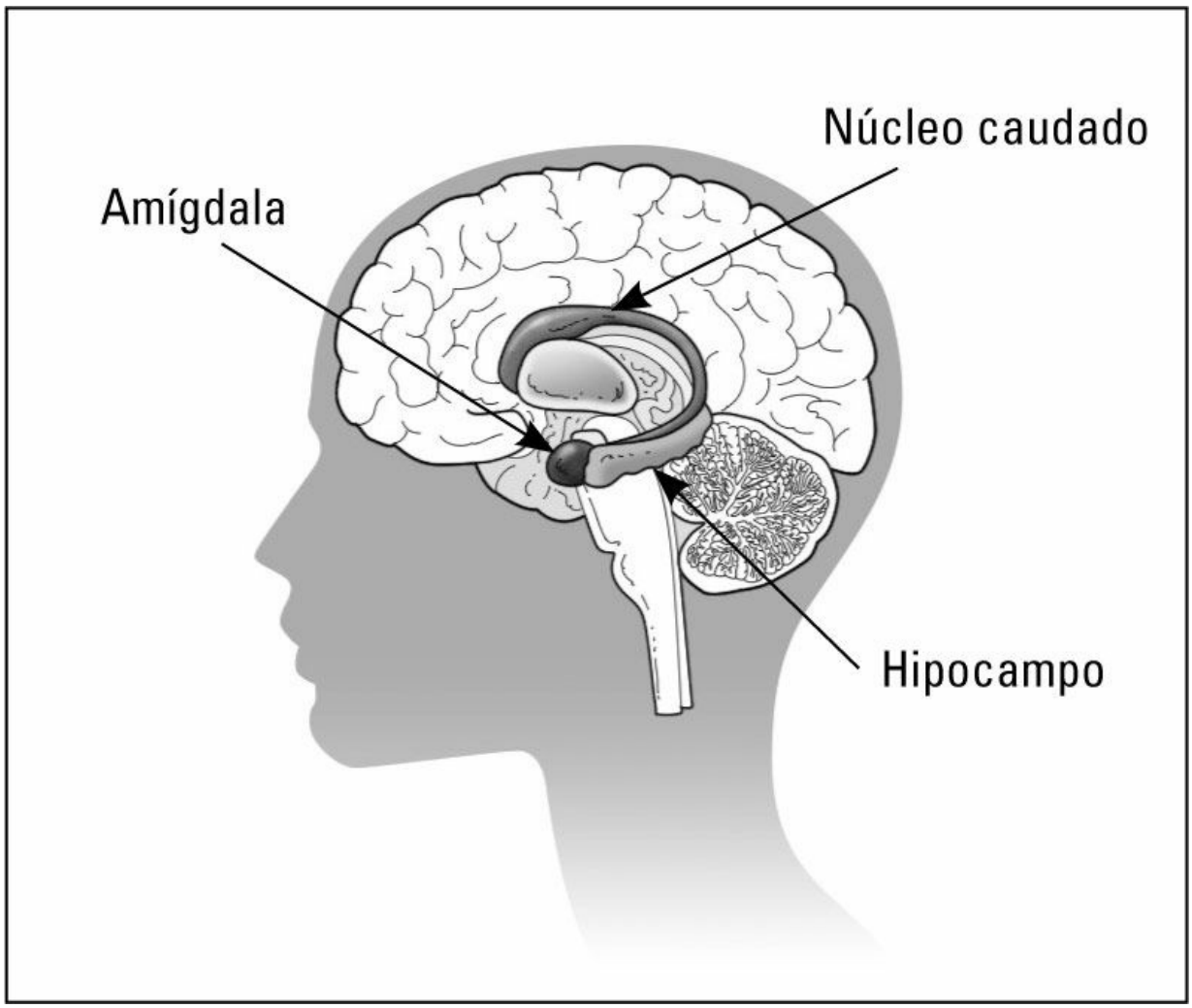


Figura 3-1:
La amígdala, el núcleo caudado y el hipocampo en el cerebro

En investigaciones realizadas con fMRI se detectó que, durante una experiencia mística, se activa el núcleo caudado y que el amor impulsa una constelación de sistemas neuronales que convergen en regiones dispersas de esta pequeña estructura. También se ha visto con neuroimágenes que el núcleo caudado tiene un papel fundamental en las actividades mentales vinculadas a la

organización de movimientos voluntarios, por ejemplo, abrir la puerta, cerrarla con llave y caminar hasta el ascensor. Además, se vio que está involucrado en el amor de pareja (cuando llega a una etapa). El núcleo caudado tiene forma de cometa y, como el hipocampo, está en las profundidades del cerebro.

- ✔ Diversas investigaciones realizadas con fMRI detectaron que la amígdala dispara las emociones negativas: miedo, enfado, ira... Esta activación también se ha visto en situaciones de ansiedad y enfado. (En el capítulo 8 profundizamos sobre esta estructura.)
- ✔ Durante varios estudios realizados con fMRI se observó que el hipocampo es fundamental en la memoria: sin un hipocampo sano, es imposible que alguien pueda fijar nuevos recuerdos.

En síntesis, si te interesa conocer las novedades sobre el cerebro en temas tan apasionantes como la memoria, el aprendizaje, la conciencia, los sentimientos o cualquier otro y le pides a tu buscador de Internet que te seleccione las últimas noticias, te darás cuenta de que gran parte de los estudios se realizan con fMRI.

Otras técnicas de exploración cerebral muy utilizadas son la tomografía por emisión de fotón único (SPECT) —que ofrece información funcional sobre el cerebro e imágenes detalladas de la anatomía de la zona que se está investigando — y la tomografía de emisión de positrones (TEP) —que ofrece un resultado similar al de la fMRI, aunque su resolución no es tan clara, y se tiene que inyectar un contraste en la sangre, por lo que está considerado un método invasivo.

Importancia y aplicación de los métodos combinados

En la neurociencia es habitual la aplicación de métodos de investigación combinados, pues algunos equipos carecen de las prestaciones que otros ofrecen. Además, el cruce de información es muy importante para corroborar los datos que se obtienen. En los siguientes casos verás algunos ejemplos:

- ✔ Durante una investigación realizada por las universidades de Drexel y

Northwestern (Estados Unidos) destinada a averiguar qué actividad cerebral se produce durante los procesos creativos, se utilizó el electroencefalograma combinado con fMRI. Ambas técnicas revelaron resultados similares: la activación era diferente según el tipo de pensamiento de los participantes. Cuando se comprendía el problema había mayor actividad en una zona del lóbulo temporal (relacionado con el procesamiento conceptual) y en algunas zonas del lóbulo frontal (control cognitivo). Si pensaban de forma metodológica, el aumento de la activación neuronal se producía en la corteza visual (puedes ver dónde se encuentra en la figura 1-1), y revelaba que la atención se centraba en el monitor donde leían el problema que debían resolver. Este trabajo permitió descubrir el tipo de pensamiento que estimula las zonas del cerebro relacionadas con la creatividad, lo cual tiene un campo de aplicaciones sumamente interesante.

- ✔ En algunos países (entre ellos la India) la policía está experimentando con electroencefalogramas y escáneres cerebrales para detectar si la actividad eléctrica del cerebro y la activación de determinadas zonas pueden servir como pista si se muestran a un sospechoso varias imágenes entre las que incluyen escenas en las que se ha producido el hecho por el que se le inculpa.
- ✔ En la Universidad de Nueva York, un equipo dirigido por el prestigioso neurocientífico Rodolfo Llinás utilizó la resonancia magnética funcional por imágenes junto con la magnetoencelografía para obtener un mapa tridimensional de las áreas del cerebro que se activan al tocar los cinco dedos de una mano. En este experimento participó una persona que había nacido con dos dedos unidos, con lo cual el mapa aparecía distorsionado. Después de operarle para separarle los dedos, las partes del cerebro se reorganizaron y el mapa que se obtuvo tenía un aspecto casi normal.
- ✔ En Finlandia, un equipo de investigadores de la Universidad de Aalto desarrolló un equipo que combina la magnetoencefalografía con la resonancia magnética (MEG-MRI). Esta combinación permite medir la actividad eléctrica y, a su vez, visualizar la estructura del cerebro. Aunque estos equipos se diseñaron para mejorar el diagnóstico de enfermedades como la epilepsia, por ejemplo, la combinación de estas dos tecnologías permitirá obtener información sobre otros campos de la actividad humana. De hecho, los investigadores de esta universidad finlandesa han utilizado escáneres modernos para estudiar los procesos de toma de decisiones y el efecto del cine sobre la mente.

Como puedes ver, la tecnología —destinada a ayudar al hombre a indagar en las profundidades de su arquitectura cerebral— avanza a pasos agigantados y, aunque veas en la literatura especializada que la mayoría de los autores somos cautos en algunas afirmaciones, lo cierto es que confío plenamente en que no pasará otro siglo sin que podamos descifrar varios de los misterios todavía ocultos sobre el funcionamiento del cerebro.

Parte II

Cableado neuronal y procesamiento de la información

KAP

—Bueno, en realidad su problema principal, camarada, es que usted solamente utiliza el lado izquierdo del cerebro...

En esta parte...

Como hemos visto, en el interior de nuestro cerebro existe una gigantesca red de comunicaciones que se encarga de registrar todo lo que aprendemos, lo que sabemos, lo que sentimos y lo que somos.

En el capítulo 4 te contaré cómo son las células cerebrales, de qué se ocupan y cómo se comunican las neuronas entre ellas. Te hablaré también de los mensajeros químicos que circulan por el cerebro y de cuál es su papel en la salud y el estado de ánimo.

El capítulo 5 lo dedico a dos fenómenos extraordinarios: la neuroplasticidad y la neurogénesis, y lo cierro con un apartado muy interesante: qué estrategias podemos aplicar para retrasar el envejecimiento cerebral.

En el capítulo 6 te contaré que nuestro cerebro está dividido en dos partes llamadas hemisferios: cómo son, de qué se ocupan y cómo puedes aplicar esta información para conocerte más a ti mismo y potenciar tus capacidades.

Capítulo 4

Las células cerebrales: comunicación e interrelaciones

En este capítulo

- Te presento formalmente a las neuronas y a las células gliales
- Te explico por qué es tan importante investigar los mecanismos sinápticos y neurotransmisores
- Conocerás las aplicaciones de estos nuevos conocimientos

Al hablar de células cerebrales normalmente pensamos en las neuronas, sin embargo hay otro tipo de células que no son tan famosas pero sí muy abundantes que desempeñan un importantísimo papel en el correcto funcionamiento del sistema nervioso: la glía o neuroglía. Además, y a diferencia de lo que sucede en otros órganos (en los que las células tienen estructuras y funciones similares), en el cerebro las cosas se ponen más difíciles para los investigadores debido a la enorme diversidad.

La glía es el conjunto de células situado entre otras células y fibras nerviosas, y en ella podemos encontrar astrocitos, oligodentrocitos, microglía, células de Schwan, etcétera. Una neurona puede ser completamente distinta a otra, tanto en su forma como en las funciones que desempeña.

Esta diversidad explica por qué hay que esforzarse para aprenderse sus nombres, ya que muchos son los apellidos de sus descubridores, como neuronas de Betz, neuronas de Meynert... A nivel funcional, recordarlas es más sencillo, ya que se clasifican en tres grandes categorías:

- ✔ Sensitivas.
- ✔ Motoras.
- ✔ Interneuronas (las más abundantes, que se ocupan de conectar una

neurona con otra).

Por suerte, hay zonas del cerebro donde las neuronas se reúnen en racimos de un tipo u otro, así que estudiarlas es más sencillo. En realidad, lo que facilita el trabajo de los neurobiólogos es que, cuando se activa una neurona, sus vecinas suelen quedarse quietas, así que se puede investigar la actividad cerebral en determinadas zonas para comprender fenómenos como la percepción sensorial, el aprendizaje y la fijación de los recuerdos. Veamos cómo son ambos tipos de células.

Las neuronas

Las neuronas son células alargadas cuya principal característica es la excitabilidad eléctrica, ya que se ocupan de recibir y conducir impulsos nerviosos, y se relacionan entre sí según sus funciones. Las descubrió el científico español Ramón y Cajal, quien recibió el Premio Nobel de Medicina en 1906 por este hallazgo. Las funciones de estas células son muy importantes, ya que de ellas depende la vida, y su estudio es realmente complicado, pues son pequeñísimas: se calcula que en la cabeza de un alfiler caben cerca de treinta mil neuronas.

Cómo son las neuronas y a qué se dedican

Como puedes ver en la figura 4-1, las neuronas tienen diferentes regiones: el *cuerpo celular* (soma), las *dendritas* y los *axones*. Estos últimos trabajan como cables con capacidad para transmitir señales eléctricas a grandes distancias por el cuerpo (desde 0,1 milímetro hasta 2 metros) e integran la materia blanca.

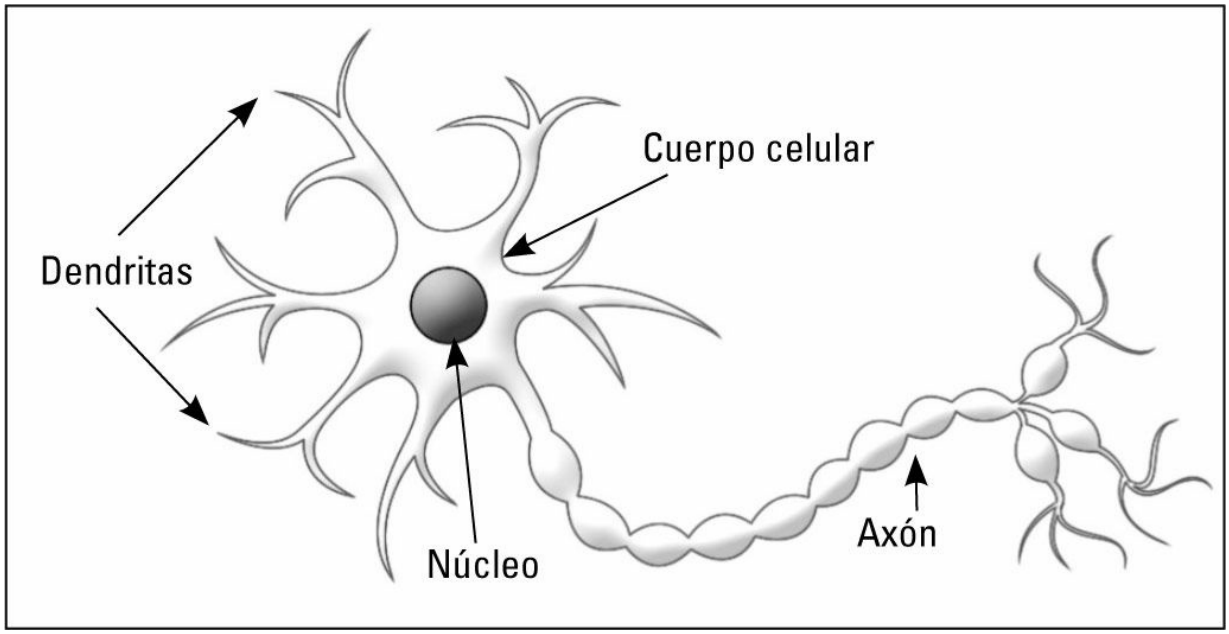


Figura 4-1:
Neurona tipo

Como decía, las neuronas tienen tres funciones básicas:

- ✔ **Sensoriales:** Nos permiten percibir los colores, formas, aromas, texturas, temperatura o sabores.
- ✔ **Motoras:** Gracias a ellas podemos caminar, correr, nadar, hablar o saludar con la mano.
- ✔ **Integradoras:** Éstas, conocidas también omo interneuronas, crean redes entre las neuronas sensitivas, las motoras y otras interneuronas transportando información.

Por ejemplo, si te pinchas con unas zarzas mientras caminas distraído por la orilla de un río, ese desagradable pinchazo se traducirá en señales neurales que viajarán por tus nervios sensoriales. En la médula espinal, estas señales se transmitirán a tus neuronas.

Unas conectarán con la parte de tu cerebro que las interpreta como dolorosas y otras con las neuronas motoras que controlan los músculos afectados, por ejemplo, los de tu pierna, y harán que la retires al sentir dolor.

¿Todas las neuronas están en el cerebro? Pues... "no". La característica funcional de estas células las agrupa en zonas determinadas. Por ejemplo, tenemos neuronas sensoriales en los músculos, la piel, las articulaciones y otros órganos internos. Por eso sentimos frío o calor, placer o dolor. También tenemos neuronas sensoriales en la nariz, la lengua y el oído, y gracias a ellas percibimos

aromas, sabores y sonidos, respectivamente.

En el cerebro, las neuronas también se agrupan según sus funciones, formando estructuras identificables. Una de estas estructuras se parece a un caballito de mar, así que la llamaron hipocampo (que es el nombre científico de este animal), y desempeña un papel crucial en la formación de la memoria, el aprendizaje, la ubicación espacial y el reconocimiento de objetos.

Por ejemplo, si alguien recibe un golpe tan fuerte que se lesiona seriamente el hipocampo, tendrá grandes dificultades con su memoria declarativa (en el capítulo 14 te explico cómo funciona este sistema), así que no podrá recordar ni describir verbalmente lo que ha visto, leído, escuchado o realizado minutos antes. En el capítulo 3 (figura 3.1) encontrarás el hipocampo en el cerebro.

Comunicación e interrelaciones: el cableado neuronal

Las neuronas interactúan entre ellas constantemente, creando lo que conocemos como redes neuronales, cableado neuronal o circuitos cerebrales mediante un proceso que se llama *sinapsis* o *conexión sináptica*.

Existen dos tipos de sinapsis: las eléctricas (muy poco frecuentes) y las químicas (la mayoría). En las sinapsis eléctricas, un estímulo pasa de una célula a la siguiente sin necesidad de mediación química, por eso su característica distintiva es la velocidad. En cambio, en las sinapsis químicas intervienen los neurotransmisores.

Cuando la señal eléctrica de una neurona conecta con el extremo de otra, se abren unas pequeñas vesículas que contienen las moléculas del neurotransmisor que envía a las dendritas de su vecina.

Al entrar en contacto, éste se difunde y atraviesa la membrana de esta segunda célula (neurona postsináptica), donde se encuentran los receptores que permiten que se propague la señal.

Las sinapsis en números

Una característica muy interesante de las sinapsis que explica por qué es tan complejo estudiarlas, es su notable abundancia: en 1 milímetro cúbico de sustancia gris de la corteza hay aproximadamente cincuenta mil neuronas y cada una de ellas genera una gran cantidad de sinapsis. Además, la superficie de contacto entre una neurona y otra es de ¡0,5-2 micrómetros!, (te ayudo, equivale a 0,0005-0,002 milímetros).

Si cogemos todo el cerebro, veremos que existen billones de contactos que van formando las redes neuronales. Ello se debe a que a cada neurona la

alimentan cientos de miles de neuronas y ella, a su vez, alimenta a cientos de miles de otras.

Aunque el cerebro es un universo en el que aún queda mucho terreno que descubrir, se han realizado interesantes estimaciones y las cifras que arrojan son siempre "millonarias".

Para algunos especialistas, una única neurona puede generar cerca de cinco mil sinapsis (recuerda que siempre estamos hablando "de media"). Para otros, este número puede llegar a 10.000. Suponiendo que no hay errores en las estimaciones sobre la cantidad de neuronas que suele tener el cerebro, la mayoría coincide en que son cien mil millones. Multiplica y obtendrás un número de sinapsis: te parecerá sorprendente y, sobre todo, impactante.

Tal como puedes ver en la figura 4-2, el proceso se caracteriza por una cadena de acontecimientos: una señal eléctrica generada en una neurona (presináptica) produce la liberación de una sustancia química (neurotransmisor) hacia la siguiente (neurona postsináptica), la cual, al recibirla, genera otra señal eléctrica. Así se transmite la información en el sistema nervioso.

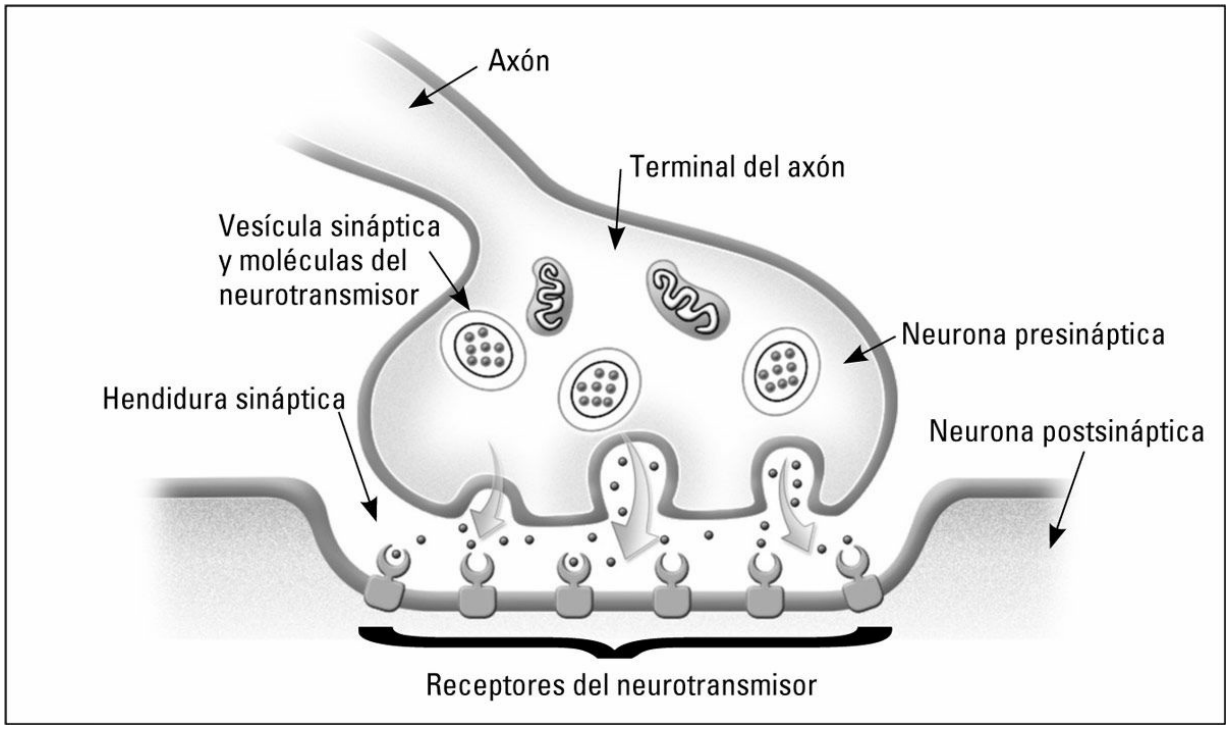


Figura 4-2:
Sinapsis química

Las redes neuronales

Las redes neuronales se crean como resultado de la comunicación entre neuronas, es decir, a medida que el cerebro percibe y procesa diferentes estímulos.

Algunas redes son pequeñas y pueden localizarse, pero otras están formadas por muchas neuronas que se distribuyen por las grandes regiones del cerebro.

Normalmente, una red desempeña o se especializa en una función concreta. Hay neurocircuitos involucrados en la dependencia de algunas drogas, como la cocaína y la nicotina, en el procesamiento de emociones (como el miedo), de la información sensorial (como los circuitos visuales), etc.

En realidad, todo lo que pensamos, hacemos y sentimos, incluso nuestras creencias religiosas, tienen que ver con redes de neuronas especializadas.

Veamos algunos ejemplos:

Neurocircuito del placer o recompensa

Este neurocircuito se asocia con el centro del placer del cerebro, y lo dirige una pequeña estructura llamada *núcleo accumbens*, que actúa junto con otras. Por ejemplo, cuando lo que se pretende es generar conductas de acercamiento a una situación que provoque el placer buscado, interviene la corteza prefrontal medial.

Los estímulos que producen recompensa son diversos: coches, alimentos exquisitos, sexo y situaciones divertidas, entre otros.

Por ejemplo, los chistes activan el núcleo accumbens, provocando una sensación de bienestar que puede mantenerse varias horas e influye en la conducta. Esto se observó durante un experimento en el que se escaneó el cerebro de un grupo de participantes en la Universidad de Stanford, California.

Es una estructura muy estudiada, pues las drogas que provocan adicción, como la cocaína y la heroína, generan en el núcleo accumbens un aumento en los niveles de un neurotransmisor, la dopamina.

Neurocircuito del disgusto

Este neurocircuito, situado en las profundidades del cerebro, funciona de forma inversa al anterior, y lo dirige una región cerebral llamada *ínsula*, aunque, en realidad, es un complejo centro de conexión entre el sistema límbico (emocional) y la neocorteza; además, también interviene la corteza prefrontal

medial. En general, su actividad aumenta como respuesta a los estímulos que evocan sensaciones viscerales, como el asco y la repulsión, entre otros. Se activa cuando algo nos disgusta, y provoca que los rechacemos o nos alejemos, muchas veces sin saber en realidad por qué nos comportamos así.

Por ejemplo, durante una investigación de neuromarketing en un supermercado, se detectó que las ventas de una categoría de alimentos se veían negativamente afectadas por tener cerca las bolsas de basura y comida para perros (entre otros productos considerados desagradables). A nivel cerebral, esta sensación de asco se manifestó en la activación de un neurocircuito dominado por la ínsula.

Actualmente, los encargados del marketing de los supermercados intentan mantener esta pequeña estructura lejos de estímulos que puedan provocar su activación, así que investigan en locales simulados para detectar cuáles son los productos que se consideran indeseables y determinar una colocación mejor

La importancia de mantener el cerebro activo

Algunas redes vienen al mundo con nosotros o se crean y desarrollan de forma preprogramada, por ejemplo, las que se activan cuando lloramos al nacer o las que nos permiten ver y oír. Otras se forman a lo largo de la vida como resultado del aprendizaje y la experiencia, a medida que las neuronas se conectan unas con otras (como verás en el capítulo 5, donde te presentaré la neuroplasticidad).

Esto significa que, independientemente del papel de los genes en la formación de los neurocircuitos básicos (que es fundamental), lo que suceda después dependerá de nuestras elecciones cotidianas, así que cada uno de nosotros es el escultor de su propia arquitectura cerebral.

En la parte V encontrarás tres capítulos que te ayudarán a desarrollar tus capacidades cerebrales. Si pretendes conseguirlo, en poco tiempo te darás cuenta de que los neurocircuitos estimulados se fortalecen, por ejemplo, los relacionados con la memoria, si decides ejercitarla. Del mismo modo, otros irán perdiendo fuerza si no los utilizas.

Esto explica por qué si estudias, aprendes y vives experiencias

enriquecedoras tanto intelectuales como emocionales y sociales, tu cerebro generará redes nuevas y revitalizará las que ya se hayan creado. Si bien el cerebro, como órgano vital, depende de una nutrición adecuada y del correcto funcionamiento de los sistemas respiratorio y circulatorio, uno de los científicos que más ha estudiado las propiedades electrofisiológicas de las neuronas, Rodolfo Llinás, afirma respecto a este tema: "El cerebro requiere que se lo use bien, requiere que se piense, que se lea, que se medite, que se trate de entender el mundo y que se tenga una actitud positiva con respecto al medio ambiente y a la propia existencia".

En definitiva, la actividad neuronal y su conectividad, es decir, la formación de redes, es una característica fundamental del neurodesarrollo y determina no sólo cómo percibimos, interpretamos, aprendemos y memorizamos, sino también, y fundamentalmente, lo que somos en la vida.

El rol de los mensajeros químicos: neurotransmisores

En resumen, sobre la sinapsis se asienta la organización de los circuitos nerviosos, y los neurotransmisores son las sustancias químicas que transmiten información de una neurona a otra en la mayoría de los procesos de comunicación que se establecen entre ellas.

Cuando el cerebro segrega demasiada cantidad de una de estas sustancias, puede anularse la función de otras. Por ejemplo, alguien puede estar muy deprimido o acelerado a causa de la acción de sus neurotransmisores.

Asimismo, el estudio de estos mensajeros químicos es fundamental no sólo para el tratamiento de enfermedades como la depresión y el párkinson, sino también para comprender el funcionamiento de los procesos cerebrales y optimizar el desarrollo de algunas habilidades, como el aprendizaje y la memoria. Por ejemplo, la acetilcolina favorece la capacidad de atender y memorizar; la dopamina regula niveles de respuesta y es fundamental en la motivación, las emociones y los sentimientos de placer; y la serotonina regula el estado anímico.

En la actualidad se conocen unos cien tipos de neurotransmisores, y se cree que hay más. El estudio de estas sustancias es relativamente reciente, ya que data de 1921, cuando un científico alemán, Otto Loewi, logró aislar la acetilcolina (y de paso consiguió un premio Nobel).

Por último, como muchas sustancias actúan como neurotransmisores y, a su

vez, como hormonas, debo hacer una aclaración. Las hormonas se desplazan a través de la sangre o por el espacio que existe entre las células, y son secretadas por células especializadas (como las que están en las glándulas endocrinas) y por células epiteliales e intersticiales.

Junto con las feromonas y los neurotransmisores, forman los llamados *mensajeros químicos del organismo*. La especialidad que investiga y estudia las hormonas se conoce con el nombre de *endocrinología*, mientras que los neurotransmisores los estudian principalmente las neurociencias.

En resumen, y para simplificar:

- ✔ El **sistema nervioso** transmite información a través de **vías nerviosas** mediante los neurotransmisores.
- ✔ El **sistema endocrino** transmite información por **vía sanguínea** mediante las hormonas.

Ambos sistemas pueden utilizar sustancias químicas similares e incluso idénticas.

Neurotransmisores: ¿por qué es tan importante conocerlos?

Los neurotransmisores determinan gran parte del comportamiento, y algunos de ellos son los responsables de nuestro estado de ánimo. Además, la mayoría de las investigaciones destinadas a la cura de enfermedades se centran en el estudio de estas sustancias, por ejemplo, el déficit de dopamina en las redes neuronales que controlan los movimientos provoca la enfermedad de párkinson. Veamos de qué se ocupan algunas de ellas:

- ✔ **Acetilcolina:** Fue el primer neurotransmisor que se descubrió. Las neuronas que utilizan acetilcolina para comunicarse se llaman colinérgicas y son muy importantes en la memoria. También son fundamentales para estimular los músculos, ya que su déficit está claramente relacionado con la enfermedad de alzhéimer. El rol de la acetilcolina en la consolidación de la memoria es básico, ya que para que ésta se produzca hay que tener niveles bajos de este neurotransmisor

durante la fase de sueño profundo. En situaciones normales, los niveles de acetilcolina son elevados durante la vigilia y caen a niveles mínimos durante el sueño profundo.

Varios experimentos, entre ellos los realizados por dos especialistas de la Universidad de Lübeck, Steffen Gais y Jan Born, demostraron que, al inocular a un grupo de participantes un fármaco que afecta a la concentración de acetilcolina, éstos tenían niveles altos de este neurotransmisor durante el sueño profundo, lo cual afectaba a la fijación de los recuerdos. Así, se constató que, para que se consolide la memoria, se necesitan bajos niveles de acetilcolina durante el sueño profundo.

✔ **Glutamato:** Está implicado en el inicio y modulación de los procesos de neuroplasticidad, pues participa en funciones muy importantes, como el aprendizaje y la memoria. Por ejemplo, se ha observado que, si se inhibe con alguna otra sustancia, se genera un cuadro de amnesia anterógrada (la información nueva no pasa a la memoria a largo plazo). Se calcula que más de la mitad de las sinapsis liberan este neurotransmisor y se ha comprobado que un desequilibrio que genere cantidades excesivas puede provocar la muerte de neuronas y algunas enfermedades, entre ellas, la epilepsia.

✔ **Oxitocina:** Tiene un papel muy activo en la regulación de procesos fisiológicos relacionados con la vida emocional, hasta tal punto que algunos la llaman "la hormona del amor". Las investigaciones revelan que influye agradablemente en distintos aspectos de la vida, como la afectividad, la sexualidad y la empatía. Veamos lo que opina el profesor Paul Zak, de la Universidad de Claremont: "En 2004, mi laboratorio descubrió que la oxitocina es el agente químico cerebral que nos permite determinar en quién confiar y en quién no. La hormona que nos motiva recíprocamente con aquellos que nos muestran confianza, apoyo social, económico o romántico".

✔ **Dopamina:** Está relacionada con las adicciones y los placeres, e interviene activamente en los sistemas de recompensa del cerebro, enviando señales de alarma si lo que una persona recibe excede o es inferior a lo que espera. Por ejemplo, cuando los niveles de dopamina son bajos, se activa una especie de búsqueda que desencadena una conducta que pretende ser recompensada. Como este proceso sigue una modalidad de funcionamiento no consciente y permanece ajeno a las reflexiones

sobre lo que conviene o no, muchas veces se come sin medida o, peor aún, se consumen drogas sin analizar las consecuencias.

✔ **Serotonina:** Este neurotransmisor interviene en el reloj biológico que necesita el organismo para elaborar melatonina (una proteína que regula el sueño). Por ejemplo, los estados de somnolencia que se suelen experimentar al atardecer se deben a un aumento de esta sustancia, cuyos niveles suelen mantenerse altos hasta que amanece. Recientemente, se ha descubierto que el cerebro masculino genera más serotonina que el femenino (a veces esta diferencia llega a un 50%), por eso las mujeres son más sensibles que los hombres a los cambios en los niveles de este neurotransmisor y suelen sentirse deprimidas o ansiosas con más frecuencia que ellos. Otro dato muy interesante relacionado con esta sustancia es que el cerebro la produce a partir de un aminoácido que se incorpora con la comida y, consecuentemente, uno de los alimentos que más contribuye a generarla e inducir su aumento en los circuitos cerebrales es el chocolate. Por lo general, el aumento de serotonina produce una sensación de bienestar y relajación, y contribuye a inhibir la agresión, la ira y los síntomas de depresión, caracterizada por niveles bajos de esta sustancia. Por ello, los antidepresivos actúan modificando los niveles de este neurotransmisor.

Como te habrás dado cuenta, el estudio de los neurotransmisores es sumamente importante y, a la vez, complejo. Esta complejidad explica por qué es tan duro el trabajo para desarrollar fármacos que ayuden a las personas a mantener un equilibrio psíquico y, a su vez, curar enfermedades.

Las neuronas espejo

Las neuronas espejo son un tipo de neuronas muy estudiadas debido a su importancia en el aprendizaje, la imitación y la vida social. Muchas se encuentran en la denominada área de Broca (la región principal del lenguaje) y en otras zonas de la corteza cerebral, incluyendo las relacionadas con la visión y la memoria.

Dado que estas células se activan tanto cuando un individuo observa a otro realizar una acción como cuando es él mismo quien la ejecuta, conocer cómo funcionan es de enorme importancia para el desarrollo de técnicas de neuroaprendizaje.

El sistema de neuronas espejo tiene un papel fundamental en la comunicación social, ya que está formado por dos áreas cerebrales que comparten una característica única: ambas se activan cuando se realiza un movimiento o cuando se ve a alguien hacerlo. Este sistema explica (entre otras cosas) por qué son tan eficaces algunos anuncios publicitarios: si te gustan los coches y ves un anuncio en el que una celebridad a la que admiras disfruta conduciéndolo, en tu cerebro se encenderán las áreas que se activarían si estuvieras conduciendo tú.

Otro tema muy interesante relacionado con las neuronas espejo es que pueden generar acciones diferentes de las que alguien está mirando (hay varios tipos de neuronas espejo), por ejemplo, cuando los integrantes de un coro responden a los movimientos de su director.

Este caso se ha estudiado recientemente en un coro formado por 25 jóvenes con experiencia en esta actividad. Se detectó que las neuronas espejo se activaban en los coristas cuando, al observar los movimientos del director, cantaban con la fuerza y la intensidad que veían en éstos. Se llegó a la conclusión de que, con un programa de aprendizaje y entrenamiento adecuado, un grupo de neuronas puede responder con acciones distintas a las que una persona observa en otra para alcanzar objetivos similares. Las orquestas y los coros son un excelente ejemplo para demostrarlo.

Uno de los más destacados especialistas en las neuronas espejo, Marco Iacoboni, afirma que, al hablar, siempre utilizamos gestos, y que estas células son muy importantes para controlar los movimientos de nuestras manos y decodificar lo que expresa el movimiento de nuestro interlocutor. Cabe destacar que Iacoboni realizó varios experimentos de laboratorio donde observó que las regiones del cerebro que se activan cuando hablamos también lo hacen cuando escuchamos lo que nos dicen otras personas. Por eso cree que, antes de que los seres humanos pudiéramos hablar, estas neuronas intervenían en la comunicación no verbal. Afortunadamente, cada vez hay más investigaciones y se considera que el descubrimiento de estas células es esencial para entender cómo utilizamos el lenguaje corporal (expresiones, gestos y posturas) tanto para comunicar nuestros sentimientos e intenciones como para comprender los de los demás.

El gigante dormido de la neurociencia: las células gliales

Las células gliales desempeñan funciones de nutrición y soporte de las neuronas y son esenciales para formar las redes neuronales, ya que intervienen en el procesamiento cerebral de la información. La explicación más sencilla sobre estas células la encontré en un libro de Mark Bear, Barry Connors y Michael Paradiso que se llama *Neurociencia: la exploración del cerebro* (editado en español por Lippincott Williams & Wilkins).

"Si el cerebro fuera una galletita con pepitas de chocolate, y las neuronas fueran las pepitas, la glía sería la masa de la galletita que rellenaría todos los espacios y aseguraría que las pepitas de chocolate estén suspendidas en sus localizaciones apropiadas."

Lo relevante, y de ahí el título de este apartado, es que queda mucho por descubrir sobre ellas y se cree que son una verdadera caja de Pandora para la neurociencia. Por ejemplo, las últimas investigaciones demuestran que las células gliales son clave en los estados asociados al dolor patológico. Esto es sumamente importante para la farmacología, ya que los analgésicos que conocemos actúan sobre las neuronas, lo cual explica por qué en algunos casos no son efectivos.

La glía tiene otras funciones muy importantes para la salud y el funcionamiento del sistema nervioso, como defender a las neuronas de agentes patógenos que puedan afectarlas (cuando hay una lesión, se multiplican y participan activamente), protegerlas (mediante la vaina de mielina que recubre los axones) y eliminar residuos, como los derivados de la actividad neuronal (por eso se dice que actúan como el basurero del cerebro).

Las principales células de la glía, los astrocitos, se entretejen alrededor de las neuronas formando una barrera que se conoce con el nombre de *hematoencefálica*. Como son las encargadas del transporte y almacenamiento de la información sináptica, cumplen un rol muy importante en el aprendizaje y la memoria.

Esta barrera controla el paso del oxígeno, hormonas y nutrientes hacia las neuronas y evita que entren sustancias tóxicas. Lamentablemente, no tiene suficiente fuerza como para impedir el paso de la nicotina y algunas drogas, como la heroína, que tienen un efecto nocivo sobre el sistema nervioso.

Así que, para optimizar el funcionamiento del cerebro, no sólo debemos recurrir a las nuevas técnicas de entrenamiento neurocognitivo y emocional, sino que también debemos llevar una vida y dieta sana, libre de adicciones.

Capítulo 5

Neuroplasticidad y neurogénesis

En este capítulo

- Te mostraré los principales factores que influyen en el desarrollo del cerebro
- Te presentaré la neuroplasticidad y la neurogénesis
- Descubrirás qué aplicaciones tienen estos nuevos conocimientos

La neuroplasticidad y la neurogénesis son dos fenómenos estrechamente relacionados a la dinámica cerebral humana, es decir, cómo y por qué se modifica el cerebro a medida que crecemos y, fundamentalmente, cómo podemos potenciar su desarrollo y retrasar su envejecimiento.

Tras haber leído y participado en numerosas investigaciones, además de ser especialista y director de organizaciones dedicadas al desarrollo cerebral, estoy convencido de que la optimización de las capacidades cerebrales puede lograrse en poco tiempo si se realiza un trabajo sistemático de neuroplasticidad dirigida.

En el capítulo 2 ya hemos visto que el ser humano nace con un soporte físico asombroso, esto es, con una plataforma de lanzamiento modelada a través de miles y miles de años de evolución, biológicamente predeterminada para el desarrollo personal y el crecimiento. Asimismo, las investigaciones demuestran que el cerebro es un órgano con una capacidad de expansión de la que aún se desconocen sus fronteras y que el equilibrio emocional, junto a una vida activa, rica en aprendizajes y experiencias, es la mejor receta no sólo para potenciar las capacidades, sino también para retrasar la decadencia cerebral.

El cerebro envejece antes si dejamos que nuestra vida transcurra con pocas o sin actividades de estimulación cognitiva, si no aprendemos cosas nuevas, nos mudamos, nos divertimos... Si nos limitamos a una rutina cómoda, aunque tengamos treinta o cuarenta años, nuestro cerebro acabará siendo lento y "viejo".

Sin duda, un estilo de vida como el descrito es el peor enemigo que puede tener el cerebro pues, por un lado, evita la generación de nuevas redes neuronales y, por el otro, favorece procesos de podas sinápticas (cuando no utilizamos una red, el sistema nervioso la elimina de forma natural). Por lo tanto, las consecuencias del paso del tiempo no son las mismas para ti o para la vecina del quinto y los recursos con los que contamos para tener un cerebro ágil y activo y evitar su deterioro son infinitos. Esto es fundamental, así que dedico toda la parte V a explicarte lo que puedes hacer para potenciar tus habilidades cognitivas, emocionales y sociales, lo cual te permitirá llegar a octogenario con una mente ágil y activa.

Un cerebro entrenado te permitirá estudiar, trabajar y sortear los problemas con mayor facilidad. También podrás descubrir las oportunidades que te ofrece la vida y actuar en consecuencia. Para empezar, comprende qué son la neurogénesis y la neuroplasticidad y, después, utiliza tus recursos para dirigir la primera y favorecer la segunda.

En esta obra (fundamentalmente en los capítulos 19, 20 y 21) encontrarás varias técnicas cuya efectividad ha sido probada por las neurociencias y que tú mismo puedes poner en práctica. Sólo necesitas decisión y voluntad.

Neuroplasticidad

La *neuroplasticidad* es la extraordinaria capacidad del cerebro para formar redes nuevas o modificar las existentes de forma constante, como resultado de la interacción de un individuo con el entorno. Es la base de la memoria y el aprendizaje e implica una visión dinámica de los mecanismos cerebrales.

Por ejemplo, mientras lees estas páginas, tu cerebro procesa la información que entra por la vista, creando una nueva red neuronal (si para ti es conocimiento nuevo). Si después quieres ampliar esta información, los estímulos que recibas a través de la lectura, documentales, conferencias, clases o diálogos con especialistas harán que se mantenga abierto el circuito que has creado. A medida que pase el tiempo y vuelvas una y otra vez sobre el tema, estos circuitos pueden generar cambios físicos estables en tu estructura cerebral.

A este fenómeno se debe lo que hemos dicho en el capítulo 1: si te dedicas a la música, seguramente tu cerebro tendrá muchas conexiones neuronales en zonas como la corteza motora (relacionada con el movimiento de manos y dedos) y en la corteza auditiva. Si te dedicas a la biología, tu cerebro se diferenciará en ciertas partes del lóbulo frontal implicadas en la denominación y etiquetado de objetos naturales, como los animales y las plantas.

Además, es muy importante que diferencies la neuroplasticidad positiva, que crea y modifica las redes neuronales, de la neuroplasticidad negativa, que elimina las que no se utilizan. Esta natural y magnífica propiedad de tu cerebro puede jugar a favor o en contra, pues depende de lo que hagas en la vida.

Neurogénesis

La *neurogénesis* es el proceso mediante el cual se forman las células que componen el sistema nervioso central (neuronas y células gliales). Durante la gestación, la velocidad de multiplicación de las células es sorprendente; se calcula que, entre el segundo y tercer trimestre, el cerebro crea unas doscientas cincuenta mil neuronas por minuto. De adulto, la formación de nuevas neuronas continúa en un grado menor. Esta expansión se ha observado en el hipocampo (una estructura crucial para el aprendizaje y la memoria) y en el bulbo olfatorio (que recibe la información de las células olfativas de la nariz, a través de los nervios). Algunos especialistas, como Elizabeth Gould (de la Universidad de Princeton), creen que puede producirse en otras zonas del cerebro, como la neocorteza, el estriado, la amígdala y la sustancia negra.

Estos descubrimientos han puesto en jaque algunos postulados de las neurociencias. Por ejemplo, durante mucho tiempo se creyó que los seres humanos nacemos con una determinada cantidad de neuronas y que este número va disminuyendo a medida que el cerebro se deshace de las redes que no utiliza.

Las últimas investigaciones han probado que, a lo largo de la vida, el sistema nervioso sigue generando nuevas neuronas y células gliales, incluso en la madurez (neurogénesis adulta), y que estos procesos (que se han observado en algunas zonas del cerebro, no en todas) pueden incentivarse mediante actividades aeróbicas, una dieta adecuada y un correcto equilibrio entre las horas de sueño y vigilia (la privación del sueño inhibe la neurogénesis), entre otros factores.

Expansión cerebral dirigida: puedes hacerlo

Los avances de las neurociencias y los resultados de las investigaciones que se publican constantemente son muy importantes, pues la neurogénesis promueve la neuroplasticidad. En el capítulo 4 he explicado cómo se forman las redes neuronales, es decir, cómo se crean caminos en el cerebro cuando las neuronas se comunican entre sí como resultado de estímulos externos.

Si bien el aumento de la cantidad de redes se alterna con períodos de eliminación naturales —pues el sistema nervioso, como las personas, se deshace de lo que no necesita—, el medio ambiente influye de forma decisiva tanto para reforzar las conexiones que se utilizan como para favorecer la generación de nuevas neuronas. De esto se desprende que ambos fenómenos, neuroplasticidad y neurogénesis, pueden potenciarse. Veamos cómo son estos procesos a partir de casos que suministran las neurociencias:

- ✔ Una investigación realizada en el CNRS (Unité de recherche Neurobiologie et Development de la Universidad París-Sur) demostró que el cerebro de un adulto puede generar nuevas neuronas de forma artificial. Al inducir modificaciones sinápticas en el hipocampo, se consiguió que esta zona produjera neuronas nuevas y, a su vez, que se prolongara la vida de las existentes.

La generación de nuevas neuronas en el hipocampo se produce de manera natural. Uno de los experimentos que lo ha comprobado fue dirigido por Arthur Kramer, del Instituto Beckman, en la Universidad de Illinois (Estados Unidos) y fue publicado en la revista *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Consistió en reunir a 120 adultos de entre sesenta y ochenta años que formaron dos grupos: el grupo "aeróbico", que anduvo 40 minutos diarios tres veces por semana, y el "grupo de control", que sólo realizó ejercicios para tonificar los músculos. Ambos trabajaron durante un año. Al finalizar ese período, el hipocampo izquierdo de los participantes del grupo aeróbico había aumentado su volumen en un 2,12% y, el derecho, en un 1,97%. Por el contrario, en el grupo de control se observó una disminución de un 1,40-1,43% en los hipocampos izquierdo y derecho, respectivamente.

- ✔ Por lo que respecta a la neuroplasticidad, uno de los mejores casos que puedo proporcionar es el de la meditación, estudiado intensamente por

la neurociencia. Diversos experimentos han corroborado que los monjes budistas crean conexiones neuronales que no se observan en personas que no meditan. Uno de estos estudios ha sido realizado en la Universidad de Wisconsin-Madison (Estados Unidos) con ayuda del Dalái Lama.

Como ves, la neuroplasticidad está estrechamente relacionada con la individualidad. Como las huellas sinápticas se forman por las experiencias personales, cada cerebro es único y diferente de los demás. Puede haber coincidencias en el desarrollo de determinadas zonas, como ocurre con los taxistas de Londres, que tienen más desarrollado el hipocampo gracias a que usan mucho la memoria (tienen que saberse el nombre de todas las calles) y la capacidad visoespacial. Sin embargo, la inscripción que cada uno tenga en sus redes neuronales diferirá de los demás.

Repasemos las ideas centrales de lo dicho hasta aquí:

- ✔ Las conexiones nerviosas se caracterizan por un proceso dinámico: pueden crearse, mantenerse, ampliarse y desaparecer.
- ✔ La capacidad del cerebro para cambiar y adaptarse a las exigencias del entorno dura toda la vida. Algunos de los factores que influyen en la arquitectura neuronal no pueden ser controlados por el individuo, como los genéticos y ambientales (durante la niñez), mientras que otros pueden dirigirse durante la vida adulta.
- ✔ Algunas zonas del cerebro pueden generar nuevas neuronas en la edad adulta. Existen técnicas muy efectivas para favorecer los procesos de neurogénesis.

Los fenómenos de neuroplasticidad y neurogénesis demuestran que no existe determinismo en el desarrollo cerebral. Todos los seres humanos

pueden evitar lo que algunos autores llaman “la trampa genética”, siempre que decidan ser protagonistas, artífices, “patrones” de sus circuitos neuronales. Y a la inversa, quienes se conforman con el simple transcurrir, no profundizan y ni hacen algo interesante en su vida seguramente tendrán un cerebro más lento y menos denso, menos rico en conexiones neuronales.

Potencial genético y entorno en el desarrollo cerebral

Antes de nacer, la principal influencia que recibe la morfología cerebral del embrión y el feto (si la madre vive en un medio ambiente saludable durante la gestación) viene determinada por los genes. Las conexiones sinápticas comienzan a establecerse entre el tercer y cuarto mes de embarazo, cuando las neuronas fetales empiezan a desarrollar las dendritas. (En el capítulo 4 encontrarás información sobre la morfología de las neuronas y los procesos de conexión sináptica.)

Lo que se denomina *primer aceleramiento del crecimiento cerebral en los seres humanos* se produce en el segundo trimestre de gestación. Aunque los investigadores no coinciden en las cifras, las variaciones son menores y casi todos llegan a números sorprendentes: dos millones de conexiones sinápticas... ¡por segundo!

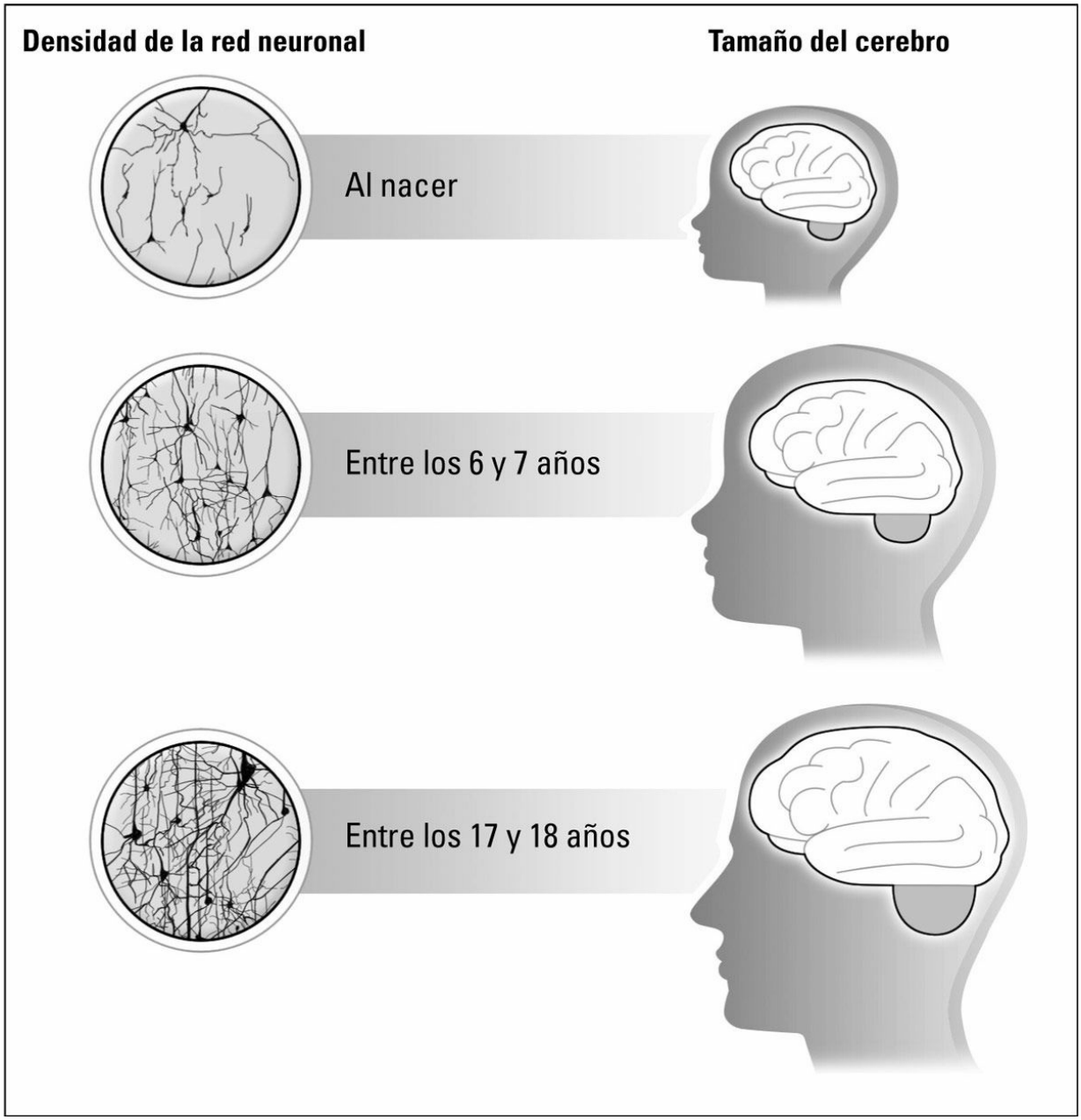


Figura 5-1:
Densidad neuronal y tamaño del cerebro desde el nacimiento hasta los dieciocho años

El *segundo aceleramiento* se inicia en el tercer trimestre, en los meses séptimo, octavo y noveno de embarazo (aquí comienzan a tomar forma las estructuras que actuarán como soporte de la mente) y culmina cuando el bebé tiene entre siete y doce meses (según el caso). Un fenómeno muy interesante que se produce por primera vez en esta etapa se conoce como *poda de neuronas*, es decir, el cerebro empieza a deshacerse de las conexiones que no necesita o son más débiles.

Este proceso suele llamarse *darwinismo neuronal* y su nombre no es casual: a los tres años, un niño tiene casi el doble de conexiones que tendrá de adulto.

En las figuras 1-1 y 5-1 puedes ver que lo que más cambia con el crecimiento es la cantidad de conexiones neuronales. A partir de los seis años comienza un período caracterizado por una mayor densidad neuronal producido por la escolarización. Durante la adolescencia se produce otro período de crecimiento rápido (algunos especialistas los definen como *cambios drásticos en el cerebro*), influidos por el desarrollo hormonal.

Posteriormente, durante el paso de la adolescencia a la edad adulta, se produce una organización más eficaz del cerebro gracias a otra poda de conexiones neuronales que provoca un aumento en la velocidad de procesamiento de la información. Sin embargo, las redes neuronales vinculadas a la planificación y la toma de decisiones tienen un proceso de maduración más lento, lo cual explica por qué los adolescentes suelen tener comportamientos caprichosos o incoherentes.

Respecto a las estructuras que se van formando hasta llegar a adultas no existe una linealidad. Por ejemplo, la corteza prefrontal no se completa hasta finales de la adolescencia o principios de la adultez, y el lóbulo frontal, que se ocupa de funciones muy importantes del intelecto como el razonamiento, la planificación y la toma de decisiones, acaba de desarrollarse hacia los treinta años.

Potencial genético y entorno

Durante la gestación (etapa durante la que se produce casi un 25% del desarrollo cerebral), la organización de los neurocircuitos viene determinada por los genes. Posteriormente, dependerá de la influencia que se reciba del medio ambiente y del aprendizaje y la experiencia que una persona adquiera a lo largo de su vida.

Un dato interesante que explica (en parte) por qué los bebés duermen tanto tiene que ver con el consumo de energía cerebral: aproximadamente el 66% de las calorías que incorporan se destina a la nutrición de su sistema nervioso. Ello se debe a la intensa actividad: cuando el niño sale del útero materno, su cerebro comienza a percibir y procesar la información del entorno, por lo cual la influencia externa es decisiva. Paralelamente, los genes activarán los circuitos neuronales que le permitirán, por ejemplo, abrir y cerrar los ojos o mover las piernas y sonreír.

Dado que una de las etapas más importantes del desarrollo cerebral va desde el momento del nacimiento hasta los cinco años, es importante destacar que la activación de determinados neurocircuitos depende de lo que el pequeño reciba del medio ambiente.

Por ejemplo, hay muchos experimentos en neurociencias que demuestran los beneficios de la estimulación temprana, como los juegos, las actividades que implican movilizar las neuronas motoras y, fundamentalmente, las sensoriales (la música es una de las más importantes). En esta etapa es fundamental tener en cuenta que las conexiones que se crean y utilizan serán más fuertes, mientras que las que se utilizan menos se debilitarán o desaparecerán poco a poco. Así, cuando no hay incentivos, se reduce o se influye negativamente en el desarrollo neurocognitivo.

Como vemos, el cerebro sigue formándose durante varios años (hasta que las últimas regiones, ubicadas en la corteza prefrontal, terminan de madurar en la adultez temprana). Este tiempo de neurodesarrollo permite adoptar diversos estilos neurocognitivos a la hora de procesar información, según los tipos de estímulos que el individuo haya ido recibiendo durante esos años. En la mayor parte de los casos, el cerebro no alcanza su madurez a los treinta años, como se ha creído durante mucho tiempo, sino a los cuarenta.

La mielinización: en qué consiste y por qué es tan importante

La *mielina* es una lipoproteína compuesta por proteínas y sustancias grasas, cuya misión es facilitar la transmisión de los impulsos nerviosos entre las neuronas.

La *mielinización* consiste en el recubrimiento de los axones con gruesas capas de mielina. Es un proceso implicado en el crecimiento del cerebro que comienza en la gestación y se mantiene durante la infancia y la adolescencia.

Tal como puedes ver en la figura 5-2, la ausencia de mielina interrumpe la comunicación o la retrasa. En los casos más graves, provoca enfermedades importantes, como la esclerosis múltiple.

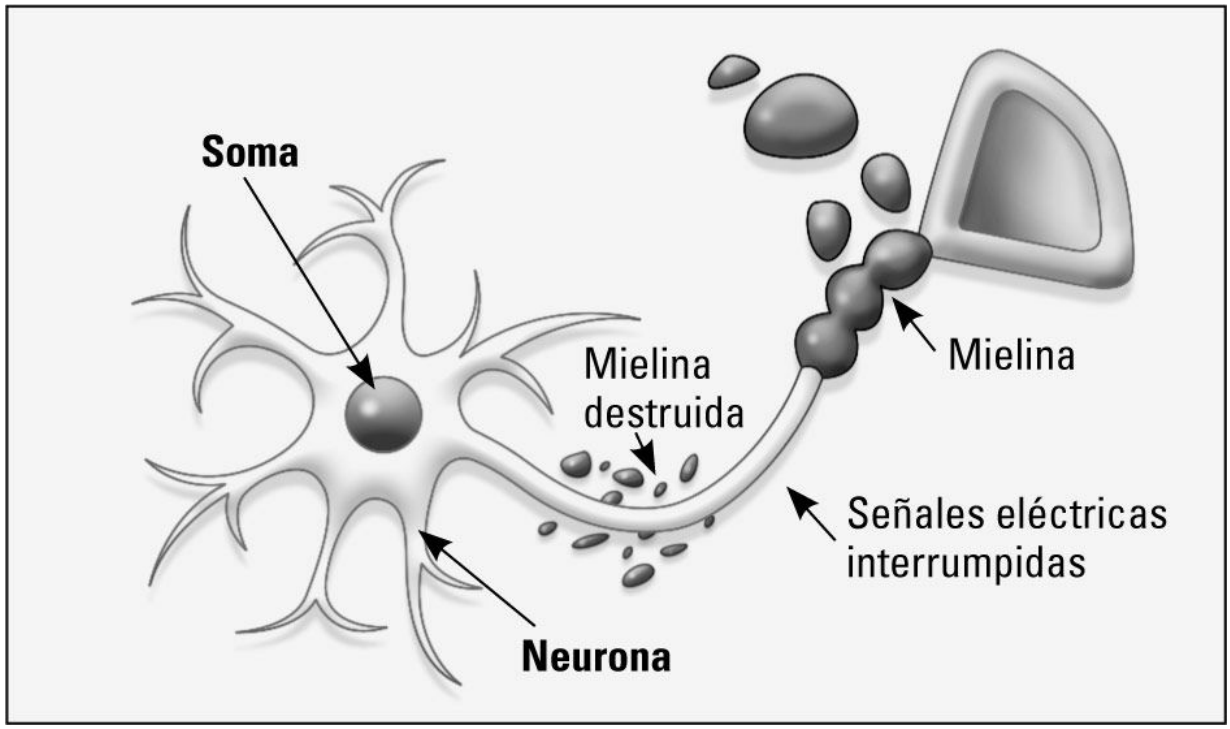


Figura 5-2:
La mielina

Este proceso es fundamental en las etapas de desarrollo del cerebro y tiene diferentes fases. Por ejemplo, en el sexto mes de gestación ya se han mielinizado partes muy importantes, y cuando el niño cumple los dos años está ya muy avanzado. Algunas regiones, como el cuerpo calloso (la estructura que conecta ambos hemisferios cerebrales), acaban de mielinizarse en la pubertad. Se descubrió que en los lóbulos temporales y parietales hay zonas cuyos axones no estarán totalmente cubiertos de mielina hasta los treinta años (para algunos especialistas este período puede culminar a los treinta y tres).

El buen funcionamiento, disminución o decadencia de algunas capacidades cerebrales —como el razonamiento y la capacidad para encontrar rápidamente las relaciones entre los hechos— está relacionado con la mielina: a medida que los axones se recubren con sus capas, las neuronas aumentan tanto la velocidad como la tasa de transmisión de información. Si este proceso se altera, afecta a la formación de redes neuronales. Como los impulsos nerviosos se desplazan a gran velocidad, si se producen cortes o pausas en su recorrido, el trayecto se lentifica y, peor aún, puede atrofiarse.

La influencia del medio ambiente y el debate sobre la herencia

Muchas veces nos preguntamos si es cierto aquello de “de tal palo tal astilla”, es decir, si un joven es tan inteligente porque su padre, su madre o ambos son

brillantes. La respuesta es que es cierto sólo en parte, pero esa "parte" es tan importante que algunas de las mujeres que recurren a la inseminación artificial pagan fortunas por el semen de individuos con determinadas características físicas y/o intelectuales.

Ahora bien, ¿"importante" es suficiente? Si te apasiona el tema (como a mí) y profundizas en él, verás que las investigaciones en neurociencias coinciden en que, a pesar de que todo ser humano hereda un patrón único que está inscrito en el ADN de sus padres, el desarrollo de sus capacidades cerebrales dependerá tanto de la información que contienen sus genes como de los estímulos que reciba del entorno y, al llegar a la edad adulta, de todo lo que haga para conseguirlo.

Para comprender la relatividad de la genética en el desarrollo de las habilidades neurocognitivas y emocionales es suficiente un razonamiento sencillo: si un bebé concebido por un hombre y una mujer de inteligencia superior crece en un ambiente desfavorable o es abandonado en un orfanato, el desarrollo de su cerebro puede verse seriamente afectado. Y a la inversa, cuando el medio es favorable, contribuye a generar más contactos sinápticos y a formar redes más ricas y complejas, lo cual aumenta el potencial de las capacidades cognitivas elevadas. De ambos casos dan cuenta numerosas investigaciones en neurociencias. Veamos un ejemplo del primero:

En un estudio realizado en un orfanato de Roma, se probó que los niños más afectados por el trato negligente o el abandono tuvieron menor rendimiento en pruebas de habilidad mental y motriz. Al comparar las imágenes del cerebro de estos niños con el de otros que crecieron en un entorno sano, se observó que había áreas prácticamente inactivas en sus lóbulos temporales. Estos resultados son desalentadores, pues esta zona se ocupa de la motivación, regula algunas emociones e influye en el lenguaje, la audición y la memoria.

Aunque la herencia genética se relaciona con el desarrollo cerebral, es una especie de base, ya que las habilidades cerebrales vienen determinadas no sólo por el sustrato biológico, sino por contenidos emocionales y sociales, además de una alimentación adecuada. En la vida adulta, el cerebro de un individuo dependerá de lo que él haga para favorecer su desarrollo.

Iguales, pero en unas cosas más que en otras

Una de las investigaciones más conocidas e interesantes para descubrir hasta qué punto influyen los genes en las capacidades cerebrales se realizó con gemelos (mismos genes) y mellizos (sólo comparten la mitad de los genes) en la Universidad de California, Estados Unidos.

Mediante resonancia magnética, se estudió el cerebro de 20 gemelos y 20 mellizos del mismo sexo.

Se llegó a la conclusión de que los genes influyen en el desarrollo de determinadas partes del cerebro, especialmente las vinculadas con las capacidades cognitivas. Las regiones que los investigadores determinaron como "altamente heredables" son las áreas del lenguaje, conocidas como áreas de Broca y de Wernicke, y la región frontal, que desempeña un importante papel en la cognición. En los gemelos, las áreas del lenguaje mostraron entre un 95 y un 100% de correlación, lo cual indica que son prácticamente iguales.

La vejez: técnicas para retrasar el envejecimiento cerebral

Con el paso de los años, es decir, desde la gestación hasta edades muy avanzadas, el cerebro presenta continuos cambios. Pasamos de una etapa de crecimiento y desarrollo a otra de maduración (la más extensa) y llegamos a la tercera edad, época en la que se produce un deterioro neurocognitivo más pronunciado que puede retrasarse si la persona se propone trabajar para mantener su cerebro joven y activo.

Las últimas investigaciones realizadas con resonancia magnética revelan que el envejecimiento morfológico y funcional del cerebro comienza a una edad temprana, esto es, a partir de los cuarenta años, aunque no es homogéneo ni afecta igual a todas las personas. No te asustes: si quieres, puedes evitarlo o retrasarlo.

Una de las últimas investigaciones sobre este tema realizada con escáneres cerebrales procede del Instituto de Neurociencia Cognitiva de Londres. Concluye que el cerebro está en permanente desarrollo durante la niñez, la infancia y la pubertad, que alcanza su madurez hacia los treinta años y su pleno desarrollo a los cuarenta.

Las regiones más afectadas por el deterioro en quienes no mantienen joven y activo su cerebro son la corteza prefrontal, la corteza temporal, el hipocampo y el sistema límbico. Por lo que se refiere a las funciones, la primera en envejecer es la memoria. Diversos estudios demostraron que los problemas son de recuperación más que de almacenamiento, es decir, a medida que envejece, la persona debe realizar un mayor esfuerzo neurocognitivo para recordar.

También se produce una declinación en la inteligencia fluida, la capacidad de adquirir nuevos conceptos y adaptarse a los cambios, en contraposición a la inteligencia cristalizada, la capacidad de utilizar habilidades ya aprendidas. Esta última inteligencia no varía: si lo piensas, es prácticamente imposible que una persona sana olvide cómo se conduce o el camino que debe recorrer para ir de una ciudad a otra si lo ha hecho varias veces.

Cuando insisto en que cada ser humano es artífice de su propio deterioro cerebral me baso no sólo en lo que veo en la práctica cotidiana de mi especialidad, sino también en los resultados de las investigaciones: no uno, sino muchísimos estudios en neurociencias demuestran que la exigencia intelectual evita el deterioro. Quienes de adultos “utilizan su cerebro”, por ejemplo, porque su actividad cotidiana tiene una alta exigencia neurocognitiva, mantienen estas capacidades a lo largo de los años.

No sucede lo mismo con quienes llevan una vida muy pobre en actividades estimulantes. Por ejemplo, un estudio realizado por Warner Schaie en 1994 encontró un conjunto de variables que contribuyen a evitar y/o retrasar el deterioro neurocognitivo que se produce con los años, a saber:

- ✔ Ausencia de enfermedades crónicas.
- ✔ Circunstancias ambientales favorables.
- ✔ Estimulación intelectual constante.
- ✔ Personalidad flexible.

- ✔ Pareja con alto nivel intelectual.
- ✔ Actividades que estimulen la velocidad de percepción y procesamiento de la información.
- ✔ Sentirse satisfecho con los logros de la vida.

Las últimas investigaciones en neurociencias confirman la importancia de algunas actividades no sólo para evitar el deterioro, sino también para favorecer procesos de neurogénesis y neuroplasticidad positiva. Las resumo en diez consejos que considero esenciales para retardar el envejecimiento cerebral y, fundamentalmente, para disfrutar de la vida:

1. Ir al gimnasio cerebral: entrenamiento neurocognitivo y emocional.

2. Alimentarse de forma adecuada.

3. Practicar deporte o actividades aeróbicas. El ejercicio físico mejora las funciones cognitivas y aumenta la cantidad de neuronas en el hipocampo, favoreciendo la memoria.

4. Salir de la rutina, hacer cosas diferentes, viajar.

5. Evitar el estrés.

6. No fumar.

7. Dormir bien.

8. Evitar los apagones emocionales, mantener vivo el interés y la curiosidad.

9. Disfrutar de las pequeñas cosas.

10. Divertirse.

Como siempre, antes de avanzar, recapitulemos:

- ✔ Los seres humanos podemos crear nuevas neuronas a lo largo de toda la vida. Algunas se multiplican con sorprendente intensidad, sobre todo en el hipocampo.
- ✔ La generación de nuevas redes neuronales depende de ti.
- ✔ Las neurociencias avanzan a pasos agigantados: pon una alerta en tu buscador, infórmate y activa tu cerebro siguiendo sus consejos.

Tal como verás en el capítulo 7, una de las bases neurobiológicas que debemos esforzarnos por preservar es la relacionada con las **funciones ejecutivas del cerebro**, que dependen de la atención, de un correcto procesamiento de la información, de la memoria y de las capacidades visoespaciales. Si este sistema no funciona, será difícil comprender, aprender, planificar, razonar y tomar decisiones acertadas.

Por último, quiero que sepas que este capítulo es introductorio, pues en la parte V encontrarás ejercicios y pautas que te ayudarán a evitar y/o revertir el deterioro cognitivo que puede producirse en edades avanzadas. Esto significa que, además de tener en cuenta qué puedes hacer hoy para lograr mayor agilidad mental y dominar tus emociones, debes prevenir para que, en los últimos años de tu vida, tengas un cerebro ágil, sano y activo.

Capítulo 6

Cerebro izquierdo, cerebro derecho

En este capítulo

- Te presento los hemisferios cerebrales, sus características y funciones
- Trataremos la dominancia cerebral, de qué tipos puede ser y cuáles son sus características
- Verás cómo puedes aplicar estos conocimientos en tu día a día

Si pudieras observar un cerebro de verdad o ver un vídeo sobre el tema en Internet (te sugiero *My Stroke of Insight*, disponible en YouTube), te darías cuenta de que la división del cerebro en dos mitades (hemisferio izquierdo y hemisferio derecho) es muy clara. Esta sugerencia no es casual. Jill Taylor, la neuroanatomista estadounidense mundialmente famosa por explicar cómo estudió un derrame en la parte izquierda de su cerebro mientras lo iba experimentando, me conmovió.

"El 10 de diciembre de 1996, me levanté y descubrí que tenía un desorden cerebral. Un vaso sanguíneo explotó en la mitad izquierda de mi cerebro y, durante horas, puede ver cómo mi cerebro iba deteriorando su habilidad para procesar la información. Esa mañana no pude caminar, hablar, leer, escribir ni recordar nada de mi vida —cuenta Jill a la audiencia atrapada por su relato, y continúa—: El **hemisferio derecho** trata sobre el presente, el aquí y ahora. Piensa en imágenes y aprende cinestésicamente a través del movimiento de nuestro cuerpo. El **hemisferio izquierdo** es un lugar muy distinto, piensa lineal y metódicamente, se ocupa sólo del pasado y del futuro. Está diseñado para tomar ese enorme *collage* del momento presente y hallar detalles,

detalles y más detalles en esos detalles; entonces, organiza y categoriza toda esa información, la asocia con todo lo que hemos aprendido en el pasado y proyecta hacia el futuro nuestras posibilidades."

Hemos hecho historia

Para comprender el tema de los hemisferios cerebrales y el procesamiento de la información, comenzaré por contarte algunos hechos muy interesantes que forman parte de la historia de las neurociencias, ya que uno de los primeros trabajos sobre el tema pertenece a Marc Dax, un neurólogo de origen francés, y data de 1836, cuando lo expuso en una reunión de la Sociedad Médica de Montpellier. Este especialista había observado que un número significativo de personas con dificultades o incapacidad para expresarse verbalmente y comprender el lenguaje tenían lesionada la parte izquierda de su cerebro, lo cual le hizo deducir que allí estarían los centros de control del habla.

Por entonces, Dax afirmó que cada mitad del cerebro realizaba distintas funciones, pero eso no interesó a la comunidad médica. Casi treinta años después, en 1861, el brillante neurólogo francés Pierre Paul Broca hizo aportaciones sumamente interesantes a este tema al analizar el caso de un paciente que podía comprender el lenguaje, pero no articulaba frases completas ni expresaba sus ideas por escrito. Al comparar su caso con el de otras personas con dificultades similares, detectó que todos tenían lesionado el hemisferio cerebral izquierdo, lo cual le hizo deducir que allí se localizan y controlan el lenguaje y el habla (la zona conocida como área de Broca).

A mediados de la década de los sesenta, casi un siglo después de que Broca presentara sus trabajos, el científico californiano Roger Sperry ganó el Premio Nobel por sus estudios sobre los hemisferios cerebrales y el cuerpo calloso como puente de comunicación entre ambos. Mediante varios experimentos, muchos de ellos con pacientes epilépticos a quienes se les había seccionado el cuerpo calloso porque se pensaba que de esa forma superarían sus crisis, el equipo del profesor Sperry demostró que cuando había daños o ausencia de esta estructura, muchas capacidades se veían seriamente limitadas. Al colocarles objetos idénticos en ambas manos, se dio cuenta de que no podían compararlos debido a la interrupción en el flujo de comunicación entre ambos hemisferios.

Después de someterlos a otras pruebas, quedó claro que actuaban como si tuvieran dos partes independientes: la izquierda, consciente y verbal, y la derecha, en gran parte de funcionamiento automático. Para determinar cuál

de estas dos partes dominaba, se realizaron nuevos experimentos. Casi todos revelaron que, cuando la tarea requería una respuesta verbal (lo que no puede hacer el hemisferio derecho), el izquierdo la controlaba. Del mismo modo, si alguna de las áreas de especialización de cada hemisferio estaba dañada, también se observaban trastornos en la conducta.

La especialización de cada mitad del cerebro fue confirmándose a partir de investigaciones que evaluaron variables como el pensamiento analítico (hemisferio izquierdo) y pensamiento holístico (hemisferio derecho). Afortunadamente, ya no es necesario recurrir a pacientes con el cuerpo calloso dañado o seccionado para ver lo que sucede. Los modernos escáneres cerebrales y las demás técnicas que puedes consultar en el capítulo 3 permiten observar que las dos mitades del cerebro funcionan de forma especializada, y día a día se sabe más sobre cuestiones de enorme interés para las personas, tanto las relacionadas con la salud como las que tienen que ver con el desarrollo de habilidades cognitivas, emocionales y sociales.

Y así es. Anatómicamente, los dos hemisferios tienen una apariencia similar, pero realizan distintas funciones. Estas asimetrías se descubrieron hace mucho tiempo (cuando las técnicas de exploración cerebral que hoy conocemos ni siquiera existían en la imaginación de los científicos) al estudiar las consecuencias en la conducta de personas que, como la dra. Taylor, habían sufrido lesiones cerebrales. De hecho, la división del cerebro en hemisferios que desempeñan diferentes funciones se evidencia al observar lo que pueden y no pueden hacer quienes han sufrido lesiones en determinadas zonas.

Los hemisferios cerebrales

Los hemisferios cerebrales están formados por materia blanca (en las zonas internas) y materia gris (en la superficie). Entre ellos se encuentra una profunda cisura, que se denomina *cisura longitudinal cerebral*. En las profundidades de esta cisura se encuentra el cuerpo calloso, una estructura formada por un montón de fibras que permite la comunicación entre ambos hemisferios, de modo que los datos almacenados en el izquierdo pueden ser utilizados por el derecho, y viceversa.

Cada hemisferio cuenta con varios surcos que separan los lóbulos frontal, parietal, occipital, temporal y la ínsula (que algunos autores consideran el quinto lóbulo). Anatómicamente, los dos hemisferios no son imágenes especulares uno del otro. Por ejemplo, el lóbulo frontal derecho es más extenso y tiene más

protuberancias que el izquierdo.

En el cerebro femenino, los lóbulos frontales poseen mayor densidad celular que en el masculino (alrededor de un 15%) y las áreas del hemisferio izquierdo relacionadas con el lenguaje son, de media, un 25% más grandes en la mujer que en el hombre. Asimismo, e independientemente de la ubicación de la zona del habla, la neurociencia ha descubierto que las mujeres procesan las palabras con los dos hemisferios y atribuyen a esta predisposición anatómica la mayor capacidad que revela la mayoría para comunicarse verbalmente.

Otra diferencia entre hemisferios tiene que ver con la distribución irregular de la materia blanca y la materia gris (figura 6-1): el hemisferio derecho tiene más materia blanca y el izquierdo, más materia gris. La materia gris está formada por somas o núcleos neuronales, mientras que la materia blanca la forman fibras nerviosas mielinizadas, que son las que recubren los axones (consulta el capítulo 4). Estas diferencias también varían según el sexo.

Por ejemplo, durante una investigación realizada en Estados Unidos por el profesor Richard Haier y su equipo, se detectó que los hombres tienen más materia gris relacionada con la inteligencia (6,5 veces más que las mujeres) y que éstas tienen mayor cantidad de materia blanca (diez veces más que los hombres).

Ahora bien, como en la jerga popular suele decirse que alguien que tiene materia gris es muy inteligente, quiero destacar que el hallazgo de esta investigación no tiene por qué preocupar a las mujeres: todos los participantes de esta investigación tenían un coeficiente intelectual equivalente, por lo tanto, lo que mostraron las neuroimágenes es que hombres y mujeres igualmente inteligentes utilizan su cerebro de forma diferente.

Lo que casi no se discute ni demuestra una superioridad de sexo alguna son determinadas diferencias funcionales: hay evidencias científicas de que los hombres tienden a estar más lateralizados para las habilidades verbales y espaciales, y que las mujeres tienen una mayor representación bilateral para ambas funciones. Esto no implica, en ningún caso, superioridad. Si bien el cerebro femenino está mejor dotado para actividades que exijan empatía y habilidades de comunicación, y el masculino viene al mundo con mayores aptitudes visoespaciales, no es suficiente para que una mujer se convierta en una política destacada por sus dotes como oradora, o que un hombre sea el mejor piloto de una compañía aérea.

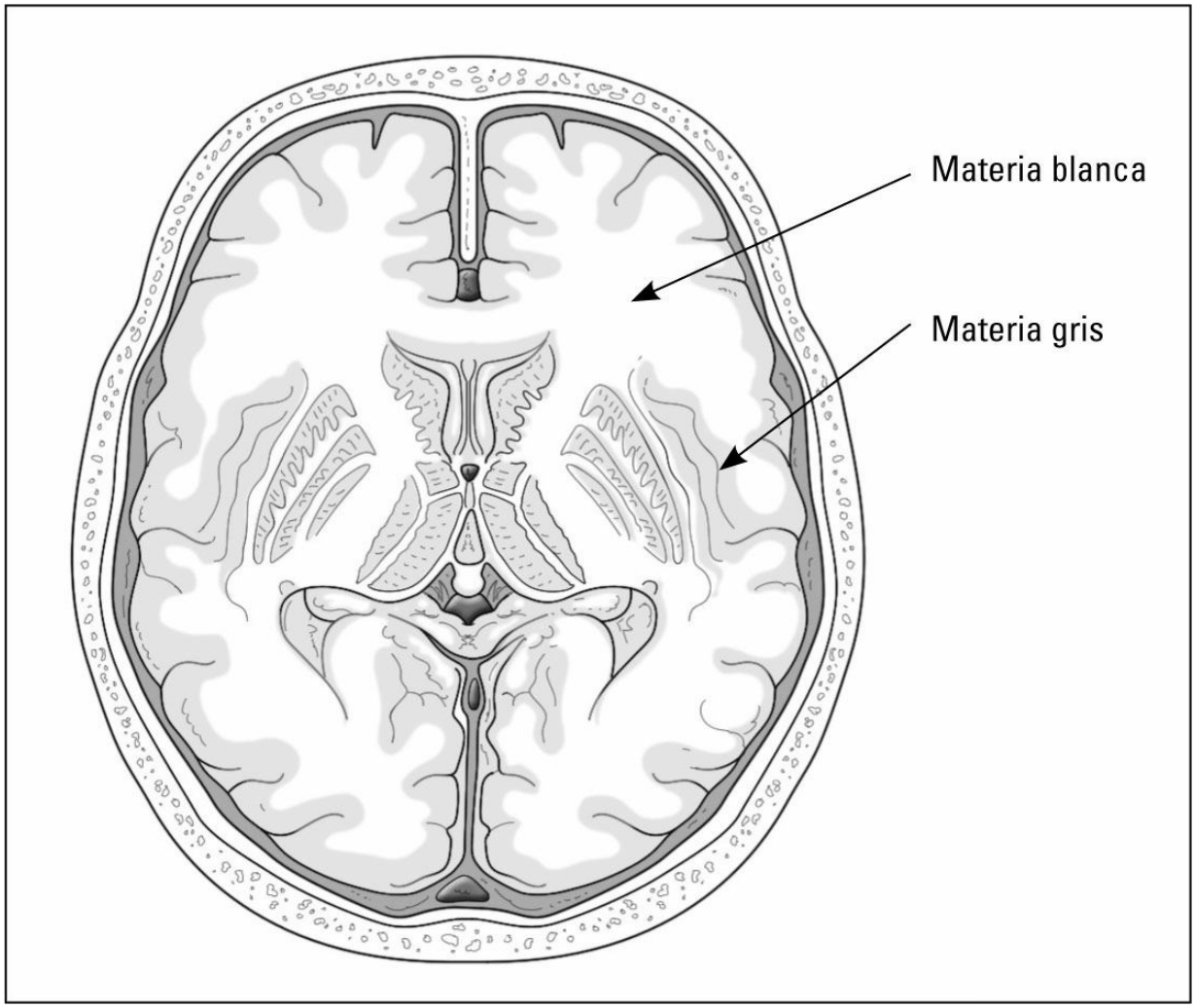


Figura 6-1:
Distribución de la materia blanca y la materia gris en el cerebro

Asimismo, aunque existe una relación lateralización/habilidad que varía según el sexo, hay mujeres más hábiles que los hombres en tareas visoespaciales. De hecho, conozco a arquitectas e ingenieras brillantes, y hombres que han pasado a la historia como grandes oradores, entre ellos, Pitágoras o Robespierre y, recientemente, Martin Luther King, Winston Churchill y Charles de Gaulle. En el capítulo 12 se analizan las diferencias neurobiológicas que influyen tanto en el pensamiento como en la conducta según el género.

Las funciones de cada hemisferio

Funcionalmente, cada hemisferio se ocupa de los procesos sensoriales y motores del lado opuesto del cuerpo: la información sensorial que llega a la médula espinal de la parte izquierda cruza al lado derecho del sistema nervioso antes de ser conducida a la corteza cerebral. De modo similar, las áreas motoras de un hemisferio controlan los movimientos de la mitad opuesta del cuerpo. Por

ejemplo, si al caminar tropiezas con un agujero en la acera y te tuerces el pie derecho, la información será transmitida a la corteza izquierda de tu cerebro.

Como cada hemisferio actúa como si fuera un reflejo del otro, los movimientos del pie y de la mano izquierda son controlados por el hemisferio derecho, y viceversa. En cuanto a la especialización, en la mayoría de las personas diestras el hemisferio izquierdo controla el lenguaje y otras tareas de procesamiento de la información, mientras que el derecho se ocupa de los procesos no verbales que incluyen la visualización tridimensional, la rotación mental de los objetos y la comprensión del significado de expresiones faciales.

Por ello, los individuos que sufren determinadas lesiones en el hemisferio derecho tienen dificultades para orientarse en un aeropuerto o realizar cualquier actividad que exija procesamiento visoespacial.

Cuando la lesión es muy importante, estas personas pueden no reconocer el lado izquierdo de su cuerpo y mostrar actitudes extrañas, como no peinarse el lado izquierdo del cabello (esta disfunción se conoce como *síndrome de negligencia*) o tener serias dificultades espaciales.

Por ejemplo, al terminar la segunda guerra mundial, hubo importantes avances en el estudio sobre el cerebro dividido. Los soldados que habían sufrido daños en su hemisferio derecho tenían problemas en su vida cotidiana ocasionados por distorsiones espaciales: algunos no podían detectar en qué parte del cuerpo les habían pinchado con una aguja, otros tenían dificultades para vestirse y solían ponerse la ropa al revés y era imposible que montaran un rompecabezas.

Otras situaciones que evidencian cómo funciona la lateralización tienen que ver con las habilidades cognitivas y artísticas.

Por ejemplo**,** Francisco Rubia (un destacado neurocientífico español que ha escrito varios libros) relata una investigación realizada con músicos y compositores cuyos resultados revelaron que los que tenían mucha experiencia mostraban superioridad del hemisferio izquierdo en el reconocimiento de melodías, mientras que los que tenían menos experiencia utilizaban más el hemisferio derecho. Estos resultados sugieren que los músicos expertos realizan un análisis detallado de la melodía (función del hemisferio izquierdo) mientras que los principiantes la experimentan emocionalmente (función del hemisferio derecho).

Cabe destacar que, leyendo los relatos de compositores de la talla de Wagner, se llega a la conclusión de que, para la mayoría, componer es un acto natural, por lo tanto, utilizan más el pensamiento holístico (característico del hemisferio derecho) que el secuencial o lógico (típico del hemisferio izquierdo). Este último interviene después, por ejemplo, cuando hay que analizar temporal y secuencialmente las notas para escribir una partitura. En el caso del hemisferio izquierdo, un daño muy importante puede afectar a esta capacidad.

De todos modos, el problema más común que desencadena una lesión en esta mitad del cerebro es la **afasia** (alteraciones en la articulación y comprensión del lenguaje) ya que las funciones del habla y la organización de la actividad cognitiva del lenguaje se concentran allí. La tabla 6-1 sintetiza las principales diferencias funcionales entre ambos hemisferios:

Tabla 6-1. Diferencias funcionales hemisféricas

Hemisferio izquierdo	*Hemisferio derecho*
Procesos verbales	Procesos no verbales
Lenguaje	Visualización tridimensional
Cálculo	Reconocimiento y expresión de emociones
Lógica	Creatividad
Análisis	Capacidades visoespaciales
Orden	Imaginación
Secuencias	Pensamiento holístico intuitivo
Ritmo	Orientación
Sentido del tiempo	Comprensión de metáfora
Controlador	Comprensión del significado de expresiones faciales
Normas	
Relaciones causa-efecto	
Jerarquías	

Por lo que se refiere a los procesos verbales, otra característica relacionada con el funcionamiento del hemisferio izquierdo tiene que ver con el pensamiento dualista, que el psiquiatra estadounidense Eugene D'Aquili denomina *operador binario*. Este pensamiento controla los conceptos antagónicos, así que quienes tienen una lesión en el lóbulo parietal inferior de este hemisferio no pueden encontrar antónimos ni realizar comparaciones de tipo "mayor que", "menor que". En síntesis:

- ✔La mayor parte de las actividades físicas y mentales que realizas a diario están lateralizadas, es decir, dependes de uno u otro hemisferio para realizarlas.
- ✔ Estas particularidades se evidencian en las limitaciones de las personas que han sufrido una lesión en determinadas zonas. Por ejemplo, una herida grave en el hemisferio derecho puede afectar al sentido de orientación, la resolución de problemas, la creatividad, la comunicación con los demás e, incluso, la memoria. Una lesión en el hemisferio izquierdo puede afectar al dominio del lenguaje y la articulación del habla. Si se produce en una área motora, puede provocar dificultades para mover la parte derecha, como una mano o una pierna.
- ✔ El conocimiento sobre estas particularidades es muy importante y tiene un enorme potencial de aplicación. Por ejemplo, la neuroeducación ha desarrollado numerosas técnicas para estimular uno u otro hemisferio, y los programas de entrenamiento neurocognitivo incluyen prácticas que apuntan tanto a incrementar las fortalezas como a superar debilidades relacionadas con las funciones hemisféricas.

El fenómeno de la dominancia cerebral

La dominancia cerebral comprende el predominio de uno u otro hemisferio en el momento de procesar, interpretar y presentar la información. Para explicarlo, te pondré un sencillo ejemplo: imagina que te reúnes con un grupo de amigos para planear un viaje de vacaciones.

Si prestas atención a lo que dice cada uno de ellos, seguro que podrás detectar diferentes estilos. Algunos se centran en los detalles cuantitativos: quizá hayan calculado los costes, incluso dónde y cómo podrían ahorrar en cada tramo del trayecto. Otros vendrán con mapas, fotografías y propuestas sobre todo lo que podéis hacer durante el viaje.

Estas diferencias —predominio del hemisferio izquierdo (en los primeros) y del hemisferio derecho (en los segundos)— hacen que cada individuo tenga su estilo de pensamiento, organización de la información y aprendizaje. Una persona en la que predomine el hemisferio izquierdo procesará la información de forma secuencial, paso a paso. En cambio, quien tenga un predominio del

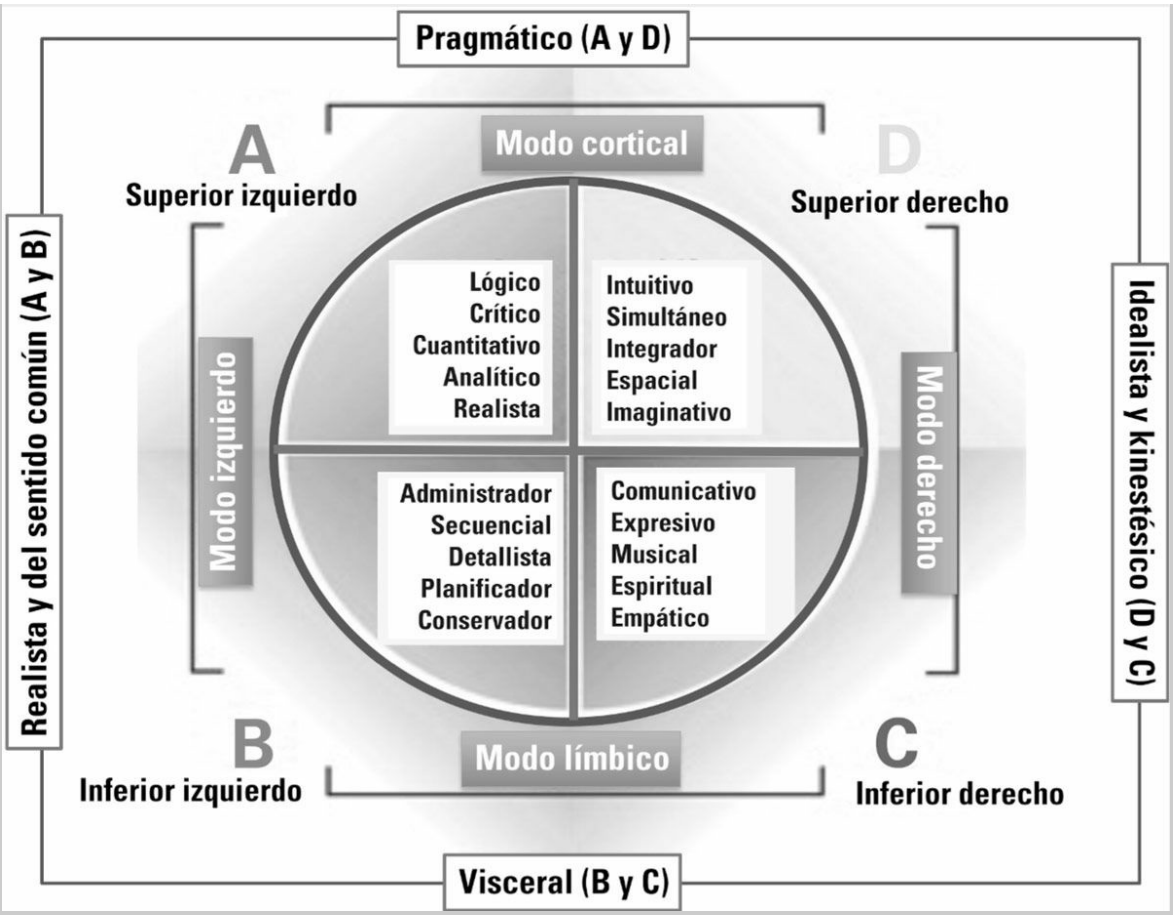
hemisferio derecho no pasará de una secuencia a otra, sino que buscará pautas, conceptos, y luego los organizará en un todo integrado.

Yo soy AB, tú eres CD, él es AC, ella es BC

En 1976, Ned Herrmann (autor de *El cerebro creativo*, entre otros trabajos muy importantes) creó un modelo en el que integró sus conocimientos con los que habían aportado Roger Sperry y Paul McLean (concretamente, la teoría del cerebro triuno que puedes leer en el capítulo 2). Según su modelo, existen cuatro estilos de pensamiento que reflejan cuatro formas de procesar la información:

Tal como muestra el esquema, las áreas del cerebro y sus funciones están representadas en los cuadrantes.

- ✔ El cuadrante **A** indica **especialización en el pensamiento lógico-analítico**, basado en datos de la realidad, en hechos concretos.
- ✔ El cuadrante **B** muestra **especialización en el pensamiento secuencial**, planificado, detallista.
- ✔ El cuadrante **C** indica **especialización en el pensamiento emocional**, de tipo humanístico, espiritual y simbólico.
- ✔ El cuadrante **D** muestra **especialización en el pensamiento conceptual**, holístico, integrador. Incluye también lo creativo, lo espacial y lo metafórico.



Estas áreas forman **cuatro modalidades de pensamiento**, a saber:

- ✔ **Realista y de sentido común**, formado por las áreas A y B del hemisferio izquierdo.
- ✔ **Idealista y kinestésico**, formado por los cuadrantes C y D del hemisferio derecho.
- ✔ **Pragmático**, formado por las áreas A y D (modo cortical, cerebro pensante).
- ✔ **Instintivo y visceral**, formado por los cuadrantes B y C (modo emocional, visceral, sistema límbico).

Este modelo fue validado mediante el análisis cuantitativo de un cuestionario respondido por muchas personas. Posteriormente, durante sus trabajos en el ámbito laboral, Herrmann verificó una relación muy clara entre el tipo de dominancia cerebral y las preferencias de las personas con relación a las ocupaciones que eligen. Por ejemplo, el estilo de pensamiento de ingenieros, médicos, financieros, físicos y químicos (entre otros) coincidía con el cuadrante A, mientras que en los que dominaba el área D se inclinaban por la arquitectura, la pintura, la composición musical y el diseño gráfico (entre otras actividades afines).

Cómo puedes aplicar estos conocimientos

Si recuerdas las características funcionales de la tabla 6-1 y las que describe el modelo de Herrmann (como has visto en el recuadro titulado "Yo soy AB, tú eres CD, él es AC, ella es BC"), verás que estos conocimientos tienen muchas aplicaciones en la vida cotidiana. Asimismo, la tabla 6-2 te ayudará a descubrir cómo es una persona según su tipo de lateralización, cuáles son sus puntos fuertes y cuáles los débiles.

Tabla 6-2. Fortalezas y debilidades de los diferentes tipos de lateralización

¿Cómo es una persona con predominio del hemisferio izquierdo?	*¿Qué le falta?*
Analítica	Creatividad
Ordenada	Imaginación
Con capacidad de abstracción	Inteligencia práctica
Le gusta la palabra precisa	Manejo de la incertidumbre
Tiene facilidad para los cálculos y se interesa por los modelos, las teorías, la economía y las matemáticas	Intuición
Valora las contradicciones	Interpretación visoespacial
Puede tener un alto cociente intelectual	Capacidad para expresar su sensibilidad
Minuciosa, evaluadora, crítica	Aptitudes para el arte
Gran capacidad de planificación	
¿Cómo es una persona con predominio del hemisferio derecho?	***¿Qué le falta?***
Original, innovadora, creativa	Orden
Intuitiva, lúdica, afectiva	Disciplina
Prefiere el aprendizaje vivencial	Control y dominio de sí misma
Reacciona mal ante las críticas	Organización
Le gusta discutir	Tolerancia a la crítica
Tiene capacidad de síntesis	Conocimientos precisos
Salta de un tema a otro	
Suele ser desorganizada	
Independiente	
Extravertida	

La importancia de la integración

Vincent Van Gogh pintó casi novecientos cuadros e hizo unos mil quinientos dibujos. Sin embargo, a pesar de toda su obra, vivió en la pobreza. Salvador Dalí pintó unos mil quinientos cuadros y realizó numerosas obras artísticas: ganó

muchísimo dinero. De ambos casos puede deducirse que en el primero existía una alta dominancia del hemisferio derecho, con escasa participación del izquierdo, mientras que en el segundo hubo un trabajo integrado de ambos hemisferios.

Esto significa que, si bien la dominancia cerebral determina a qué aspectos de la vida prestaremos atención y a cuáles no, es importante realizar un autoanálisis para ser consciente de esta situación y trabajar en pos del desarrollo del hemisferio que no predomina. En ese sentido, puedo ponerte ejemplos de mi experiencia como director del Brain Decision Braidot Centre y el CINAP (Centro de Investigaciones en Neurociencias Aplicadas y Prospectiva de la UNLP):

- ✔ Mariví, una creativa publicitaria con una extraordinaria imaginación (su agencia ganó varios premios con sus proyectos) se negaba a las matemáticas: "Los números no son para mí". Tras participar en un programa de entrenamiento neurocognitivo que diseñamos especialmente para ella y que incluyó, además de cálculos, la resolución de problemas lógicos y secuenciales, descubrió que podía despertar su hemisferio izquierdo tras años de letargo. Con el paso del tiempo, las fórmulas matemáticas ya no le parecían jeroglíficos. Comenzó a entenderlas y a utilizarlas con facilidad.
- ✔ Carlos, un empresario con una personalidad analítica, ingeniero, hábil para la física y los cálculos mentales, muy organizado y, casi diría, minucioso y estructurado, hizo grandes cambios tras participar en un programa de entrenamiento en creatividad. Estos cambios se orientaron a su vida personal, a lo que él llamó "salir del armario". Se inclinó por el cine y, además de ser un gran empresario, está a punto de convertirse en un crítico famoso.

Como puedes imaginar, he cambiado los nombres, pues quiero que te fijes en los casos. Está claro que la elección de actividades que impliquen la activación neuronal de ambos hemisferios, fomentando la estimulación del no dominante, es uno de los mejores caminos para desarrollar el potencial cerebral (un tema que detallaré en la parte V). De momento, ten presente lo siguiente:

Todos los seres humanos pueden realizar un desplazamiento lateral de izquierda a derecha, o viceversa, a medida que descubren cómo funciona su cerebro. Para ello necesitan, en este orden:

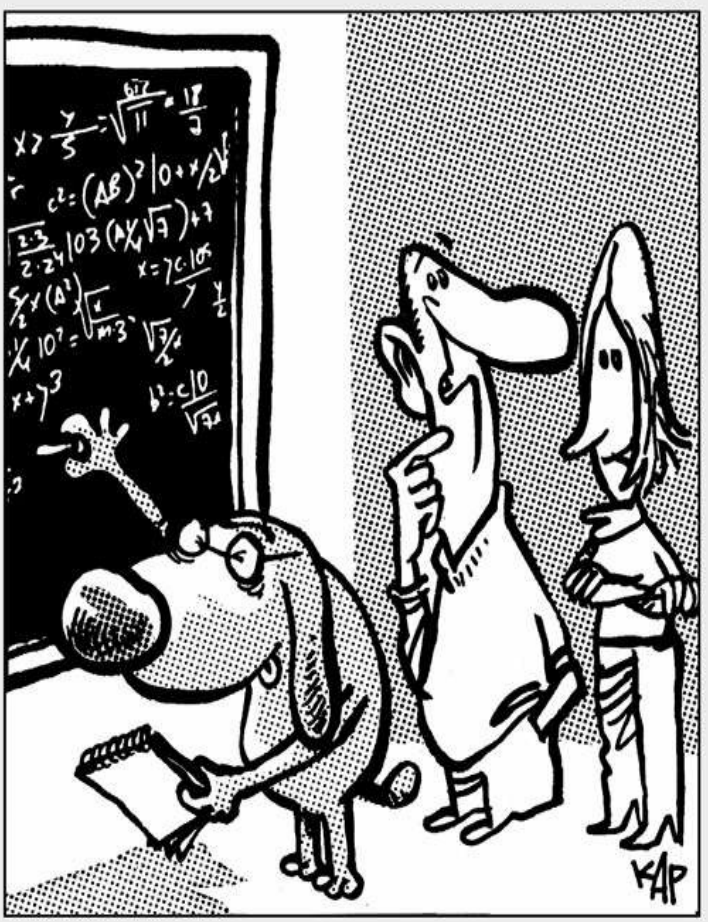
- ✔ Decisión.
- ✔ Elección del centro de entrenamiento cerebral adecuado.
- ✔ Voluntad y constancia durante las prácticas.

Para empezar, te ofrezco dos capítulos, el 19 y el 20, que te permitirán dominar tu entrenamiento y comprobar los resultados que puedes obtener.

Parte III

El cerebro intelectual y el cerebro emocional

KAP



—Ya, pero cuando me dijiste que tenías un perro muy inteligente, yo me imaginé otra cosa...

En esta parte...

En el cerebro residen tanto las capacidades intelectuales como las emocionales.

En el capítulo 7 te explicaré qué son y de qué se ocupan las funciones ejecutivas; el siguiente lo dedico a las emociones desde la perspectiva neurobiológica y con esta introducción llegarás al capítulo 9, en el que te contaré qué ocurre en el cerebro cuando se toman decisiones y cómo puedes mejorar estos procesos.

Capítulo 7

Las funciones ejecutivas del cerebro

En este capítulo

- Descubrirás qué son las funciones ejecutivas, de qué se ocupan y por qué son tan importantes
- Verás cómo afecta en tu vida cotidiana un mal funcionamiento de estas funciones
- Te explicaré cómo puedes mejorarlas y optimizarlas

Las funciones ejecutivas son uno de los pilares de la actividad cotidiana de una persona, no sólo cuando se le exige productividad, como ocurre en el mundo laboral, sino también en la vida social y afectiva.

Por ejemplo, cada vez que preparas tu agenda utilizas tus funciones ejecutivas, igual que cuando te centras en un tema, razonas, estudias, tomas una decisión, das tu opinión, te relacionas con tus vecinos o vas a comprar un regalo. En todas las actividades que solemos definir como intelectuales, afectivas y sociales, están presentes las funciones ejecutivas.

Como son esenciales para resolver problemas, su funcionamiento suele asociarse a la inteligencia necesaria para establecer rápidamente las relaciones entre los hechos, comprenderlos y tomar decisiones acertadas. Sin embargo, las funciones ejecutivas tienen una participación clave en aspectos como la autonomía, el libre pensamiento, la motivación y las emociones.

Qué son las funciones ejecutivas del cerebro

Las *funciones ejecutivas* se definen como procesos cognitivos que organizan pensamientos, ideas y acciones con un fin. Sustentan el intelecto, la personalidad,

la conciencia, la sensibilidad, la conducta social y la empatía.

Parece complicado o demasiado amplio, ¿verdad? No te preocupes. Si has leído los primeros capítulos de esta obra, ya sabes ¡que tu cerebro no para! Se ocupa constantemente de lo que piensas, lo que sientes, lo que amas y lo que detestas, lo que haces bien y lo que haces mal. Por ello, y para abrir este tema tan importante, he seleccionado definiciones de otros especialistas, a saber:

- ✔ En palabras de Muriel Deutsch Lezak, a quien se atribuye el término que se utiliza para conceptualizarlas, "las funciones ejecutivas son las capacidades necesarias para tener una conducta eficaz, creativa y socialmente aceptada".

- ✔ Saver y Damásio, tras analizar los casos de pacientes con trauma en la zona frontal (de la que dependen estas funciones), llegaron a esta conclusión: "Las funciones ejecutivas son un conjunto de habilidades relacionadas con la planificación, la formación de conceptos, el pensamiento abstracto, la toma de decisiones, la flexibilidad cognitiva, el uso de la retroalimentación, la organización temporal de eventos, la inteligencia general o fluida, el seguimiento de las acciones y, especialmente, el ajuste entre el conocimiento de las normas sociales y su cumplimiento contextual".
- ✔ Zelazo y Müller definen las funciones ejecutivas como "una estructura jerárquica que contiene subfunciones y, a su vez, una organización específica para cada una de ellas". Esto es lo que permite que alguien elabore un plan y guíe sus pensamientos y acciones hacia la meta.

Como ves, todos coincidimos en que de estas funciones dependen habilidades sumamente importantes en la vida, como la elección de objetivos y el establecimiento de planes, la determinación de los cursos de acción (conducta) y la selección de los medios para alcanzar las metas. También coincidimos en que la construcción de relaciones sociales y afectivas está controlada por este sistema.

Si bien las funciones ejecutivas se ocupan de grandes planes, como los que puede hacer una persona cuando elige e inicia una carrera universitaria, abre su propio negocio o decide alejarse de una gran ciudad para vivir en el campo, también intervienen en lo que se hace minuto a minuto, segundo a segundo. Por ejemplo, desde que suena el despertador y comienza el día existe una secuencia de pensamientos y acciones, como ducharse, vestirse, desayunar, leer el diario, tomar el metro y dirigirse hacia un lugar que requieren un correcto funcionamiento de este sistema, aunque sean comportamientos rutinarios. Si hay errores o deficiencias en las funciones ejecutivas, pueden producirse problemas como los siguientes:

- ✔Distracción, dificultades para focalizar la atención y concentrarse.
- ✔ Dispersión: inconvenientes para iniciar y finalizar una tarea.
- ✔ Errores de memoria.
- ✔ Inconvenientes en la formulación de metas, planificación y ejecución.
- ✔ Impulsividad.
- ✔ Carencias en la construcción de relaciones afectivas y sociales.
- ✔ Dificultades para manejar secuencias de información.
- ✔ Poca habilidad para establecer el orden temporal y organizar el tiempo.
- ✔ Reducción de la fluidez verbal.
- ✔ Comportamientos que provocan rechazo social debido a una falta de control de los impulsos.

Aunque intervienen en la vida afectiva, las funciones ejecutivas se consideran cognitivas por excelencia, ya que desempeñan una especie de liderazgo. Por ejemplo, para comentar que te has comprado un coche, debes tener habilidad lingüística para elaborar tu relato, memoria para recordar la marca, el color y sus características técnicas, capacidad visoespacial para orientarte y conducirlo sin chocar, etcétera. Si tu cerebro no tuviera una función que coordinase y

controlase a las otras, difícilmente podrías orientar tu comportamiento hacia una meta.

De hecho, cuando las funciones ejecutivas se alteran debido a una lesión provocada por un daño físico o una enfermedad, la persona afectada tiene dificultades en su vida cotidiana porque no puede concentrarse, su comportamiento pasa a ser errático, incluso puede cambiar su personalidad (normalmente se vuelve irascible).

Los malos hábitos también pueden afectar el ejercicio de las funciones ejecutivas, por ejemplo, dormir mal y poco, eludir la actividad física, engordar sin medida, consumir drogas y alcohol, vivir estresado y no hacer nada para evitarlo.

El papel de los lóbulos frontales en el ejercicio de las funciones ejecutivas

Anatómicamente, las funciones ejecutivas dependen de los lóbulos frontales, que ocupan un tercio de la corteza cerebral y son fundamentales para planificar acciones, regularlas, cambiarlas e inhibirlas. Esto puede incluir decisiones muy importantes, como aceptar un traslado y mudarse a otro país, o muy simples, como optar por una actividad al aire libre cuando previamente se había decidido ir al cine. La corteza prefrontal (la zona más evolucionada del cerebro) funciona como una especie de red con múltiples conexiones, integrada por tres grandes sistemas funcionales ejecutivos: dorsolateral, orbital y medial.

Como resultado del trabajo de los lóbulos frontales y de sus extensas conexiones con otras zonas, entre las cuales está el núcleo amigdalino, el diencéfalo y el cerebelo, se forman las imágenes que crean pensamientos y permiten controlar la información que guía la conducta.

Por ejemplo, en los procesos de toma de decisiones, la corteza prefrontal tiene una función integradora: además de generar respuestas relacionadas con áreas motrices y sensoriales, recibe información del sistema límbico, lo cual le permite articular datos cognitivos y emocionales. Cabe destacar que, si bien los lóbulos frontales se ocupan de conductas dirigidas a metas —que incluye la creación y secuenciación de planes a corto y largo plazo—, también tienen una participación importante en la vida afectiva y artística.

Por ejemplo, hay una zona de la corteza prefrontal que es esencial en la regulación de las emociones, y hace poco se descubrió que participa en la improvisación musical.

- ✔ Al escanear el cerebro de 12 cantantes de rap mientras improvisaban la letra, se observó un aumento en la actividad neuronal de la corteza prefrontal medial. También se descubrió que el cerebro utiliza una red neuronal específica durante las improvisaciones líricas, y que dicha red participa en mecanismos cerebrales vinculados al lenguaje, la motivación, la acción y el buen humor. (Esta investigación se hizo en el National Institute on Deafness and Other Communication Disorders [NIDCD], Estados Unidos.)
- ✔ La neurociencia ha demostrado en repetidas ocasiones la participación de la zona prefrontal en mecanismos ejecutivos relacionados con la coordinación. Por ejemplo, recientemente se ha descubierto que el cerebro de los adolescentes es menos eficiente que el de los adultos a causa de sus dificultades para no distraerse mientras realizan tareas que les exigen concentración. Lo revelaron los escáneres cerebrales, que detectaron una enorme activación de la corteza prefrontal. (Este experimento fue realizado en el Institute of Cognitive Neuroscience del University College London [UCL] en 2010.)
- ✔ Durante una investigación llevada a cabo en la Universidad de Harvard, se descubrió que la honestidad es un fenómeno natural, es decir, que las personas honestas no se esfuerzan por serlo. ¿Sabes cómo lo descubrieron? Es simple: la actividad cerebral en las zonas del cerebro relacionadas con el control y la atención (la corteza prefrontal dorsolateral y la corteza cingulada anterior) de los individuos honestos no aumentó, mientras que la de los que actuaron de forma desho-nesta sí lo hizo.

En síntesis, las analogías con el liderazgo para explicar cómo operan estas funciones está clara: los lóbulos frontales, como sustrato anatómico principal de las funciones ejecutivas, actúan como una especie de director que se ocupa de recibir información de varias estructuras cerebrales y luego las coordina para generar una conducta que tiene un fin concreto.

Crecimiento y maduración de las funciones ejecutivas

Evolutivamente, las funciones ejecutivas comienzan a emerger durante el primer año de vida y se desarrollan a lo largo de nuestra existencia, aunque tienen un importante pico entre los seis y los ocho años, período durante el cual los niños aprenden a regular su conducta y pueden fijarse pequeñas metas, por ejemplo, hacer caer varios bolos con una bola al jugar a los bolos.

A los doce años ya existe una organización similar a la de los adultos, aunque se calcula que el desarrollo de estas funciones se completa hacia los dieciséis años. Ahora bien, que las funciones ejecutivas alcancen su punto de maduración a nivel neurobiológico no significa que estén funcionando a pleno rendimiento. Por ello, siempre es necesario agilizar y mejorar su funcionamiento. Esto se logra mediante juegos y estímulos diversos (principalmente en el caso de los niños), ejercicios físicos y una alimentación adecuada. En la vida adulta, son muy importantes las técnicas de entrenamiento neurocognitivo y emocional.

Atención y memoria ¿funciones integrantes o colaboradoras?

Para un buen rendimiento, las funciones ejecutivas necesitan de la atención, la memoria y la flexibilidad cognitiva, es decir, de la capacidad para considerar múltiples aspectos de forma simultánea, por ejemplo, cuando una persona imagina, relaciona, crea y resuelve un problema integrando el conocimiento existente con nuevas situaciones para hallar una solución. La flexibilidad cognitiva la estudia la neuroeducación y los programas dirigidos a la creatividad, ya que focalizar en un único aspecto de la realidad provoca un pensamiento rígido y estructurado, uno de los peores enemigos del cerebro.

Al hablar de funciones ejecutivas no nos referimos a una función específica del cerebro, sino a un conjunto de capacidades que nos permiten pensar, tomar decisiones, realizar actividades y relacionarnos armónicamente con los demás. Por ejemplo, necesitamos de las funciones ejecutivas para realizar actividades como las siguientes:

- ✔ Generar y jerarquizar ideas.
- ✔ Aprender y memorizar.
- ✔ Planificar.
- ✔ Crear.
- ✔ Tomar decisiones.
- ✔ Organizar, administrar y realizar tareas y actividades.
- ✔ Organizar y distribuir el tiempo.
- ✔ Regular el comportamiento (además de inhibir las actitudes socialmente inaceptadas).

Respecto a la atención y la memoria, algunos autores las denominan funciones colaboradoras, mientras que otros las conceptualizan como funciones ejecutivas. Retomando la analogía con el liderazgo que he hecho anteriormente, me inclino por la primera conceptualización: las funciones ejecutivas ejercen el liderazgo y, para llevarlo a cabo, necesitan colaboradores, como la atención y la memoria.

Esto tiene su correlato en la neurobiología, ya que la corteza prefrontal recibe información que proviene de procesos internos (emocionales, motivacionales y somatosensoriales) y se vale de mecanismos como la atención y la memoria para integrarlos y, así, guiar la toma de decisiones y la conducta.

Dado que la autoevaluación y el autocontrol también dependen de un correcto funcionamiento de este sistema, suele definirse como "el cerebro del cerebro". Queda claro, entonces, que para que el cerebro pueda desempeñar sus funciones ejecutivas necesita determinadas "materias primas", entre ellas, la atención, la memoria, la motivación y el control emocional.

Atención

La *atención* puede definirse como una cualidad de la percepción. Es una especie de llave hacia la memoria y funciona como un filtro de los estímulos que una persona recibe del medio ambiente: selecciona los más relevantes y establece prioridades. Hay dos grandes determinantes de la atención: los internos (propios de cada individuo; tienen que ver con sus intereses y aspiraciones, con lo que le gusta y lo que no, con lo que le sirve y lo que no) y los externos, originados en el medio ambiente. También existen diferentes tipos de atención:

- ✔ **Selectiva o focalizada:** Nos permite concentrarnos en uno o dos estímulos, ignorando los que no son relevantes. Por ejemplo, en este momento tu cerebro ha decidido enfocarse en la información que está

recibiendo de este apartado y seguramente no registra, a no ser que yo te lo diga, la sensación que te produce el contacto de la ropa con tu cuerpo.

- ✔ **Sostenida:** Se utiliza al centrarse en una actividad o tarea durante períodos prolongados, por ejemplo, para relatar un partido de fútbol por radio o resolver un problema matemático.
- ✔ **Dividida:** Permite hacer dos o más cosas a la vez. En la vida cotidiana, este sistema se utiliza permanentemente. Por ejemplo, cuando conducimos y hablamos con nuestro acompañante mientras prestamos atención a los semáforos, transeúntes y demás coches.

Si disminuye la atención, las funciones ejecutivas pueden verse afectadas. Por eso, entrenarse para lograr densidad de atención es fundamental.

Densidad de atención es la mayor cantidad de atención que una persona es capaz de focalizar sobre un evento concreto. A mayor concentración, mayor densidad de atención.

Estudios recientes han demostrado que una adecuada densidad de atención modela el cerebro en un sentido literal, ya que refuerza circuitos neurales específicos que forman parte de diferentes estructuras de la corteza prefrontal.

Cuando la densidad de atención es baja, pueden darse situaciones que comprometen seriamente el rendimiento de las funciones ejecutivas, como dificultades de memoria, lentitud en el procesamiento de la información, problemas de organización, pérdidas de tiempo y toma de decisiones lenta o errónea. Como ves, es importante que "prestes atención a tu atención" y, fundamentalmente, que la entrenes. En el capítulo 19 te ofrezco varios consejos para que lo consigas.

Memoria

Comprende el registro de la información a través de diferentes canales sensoriales (como la vista y el oído) y su almacenamiento para evocarla en un futuro. Todos los tipos de memoria que presento en el capítulo 14 están

implicados en la actividad de las funciones ejecutivas, principalmente la de trabajo, que es una memoria temporal, de tipo "en línea", que utilizamos para razonar y resolver problemas.

El sueño reparador

Los trastornos del sueño, con independencia de su origen, afectan negativamente a las funciones ejecutivas. Diversas investigaciones realizadas con la moderna tecnología de las neurociencias revelan que el sueño cumple un papel fundamental en la concentración, la memoria y el aprendizaje.

Si alguien no duerme bien, ya sea por decisión propia (hay quienes consideran que dormir es una pérdida de tiempo) o por un trastorno físico, tendrá dificultades a la hora de realizar funciones ejecutivas no sólo porque el cansancio afectará a su funcionamiento, sino también porque los procesos cognitivos no se detienen cuando dormimos.

Etapas del sueño

El sueño está formado por una sucesión ordenada de etapas que se repiten durante cuatro o cinco ciclos: la fase NO REM, que comprende el sueño ligero y que avanza gradualmente hacia un sueño profundo, y la fase REM (del inglés, *rapid eye movement*), caracterizada por movimientos oculares rápidos tras los párpados. La información que registra el cerebro durante la vigilia se transfiere durante el sueño desde el hipocampo hasta la corteza cerebral. Estas estructuras poseen un rol determinante en aspectos cognitivos (como la consolidación de recuerdos).

Durante la etapa REM, el cerebro está muy activo, aunque si prácticamente no nos movemos es porque el tronco cerebral bloquea el trabajo de las neuronas motoras. Se calcula que el 85% de los sueños intensos se producen durante esta etapa.

Las funciones cognitivas más afectadas por la escasez, ausencia o interrupción de las horas de sueño son la atención y la memoria. Por eso, además

de disminuir las capacidades para comprender, analizar, planificar y tomar decisiones, el sueño de mala calidad altera el estado de alerta que un individuo necesita no sólo para realizar sus actividades, sino también para cuidar de sí mismo.

Motivación

La *motivación* es el impulso que hace que alguien consiga una meta, desde las más sencillas, como salir de casa para comprarse una prenda que le gusta, hasta las más complejas, como aceptar o generar procesos de cambio. En el capítulo 17 aprenderás más sobre las bases neurobiológicas, psicológicas y contextuales de la motivación, lo cual te ayudará a comprender su relevancia en el funcionamiento del cerebro ejecutivo.

Control emocional

El liderazgo emocional está implicado en las funciones ejecutivas. Por ejemplo, alguien que viva atareado, ya sea porque está eufórico o, a la inversa, deprimido, no puede pensar con claridad y rapidez, normalmente se dispersa, pierde tiempo para concentrarse y quizá no tenga una conducta socialmente aceptada debido a esa falta de equilibrio. En el capítulo 20 encontrarás técnicas diseñadas para dominar tus emociones. Si piensas que no las necesitas, plantéatelo ya que muchas veces no somos conscientes de lo que nos pasa.

Por último, quiero subrayar que este apartado no es exhaustivo; más aún, hay diferencias de criterios entre colegas e investigadores que dificultan una categorización, ya que algunos también consideran funciones ejecutivas a la iniciativa y la voluntad. Lo importante es que retengas lo siguiente:

- ✔ Las **funciones ejecutivas** dirigen el cerebro en aspectos muy variados. Todos tienen que ver con la programación y ejecución de las actividades cerebrales relacionadas con la productividad intelectual (las capacidades necesarias para hacer bien y rápido lo que hacemos) y con el liderazgo emocional, las habilidades para relacionarnos con nosotros mismos y con los demás.
- ✔ Los lóbulos frontales están conectados con diversas estructuras subcorticales; por ello, una lesión en esta zona afecta seriamente a las

funciones ejecutivas.

✔ La ausencia de dominio emocional compromete o bloquea el correcto funcionamiento de este sistema.

Sobre estas tres ideas se han desarrollado numerosas experiencias prácticas que te detallo en el siguiente apartado.

Manos a la obra: cómo optimizar el rendimiento de las funciones ejecutivas

Las funciones ejecutivas son tan importantes que, sin ellas, no podríamos hacer prácticamente nada. Entonces, la pregunta que nos ocupa es la siguiente: "¿Cómo podemos mejorarlas?". Afortunadamente, se han desarrollado varias herramientas efectivas (hablamos aquí de personas sanas, ya que quienes han sufrido lesiones necesitan tratamientos especiales).

Una de ellas consiste en prácticas para optimizar los procesos de atención, que se encuentran estrechamente relacionados con la percepción, la capacidad para resolver problemas y la toma de decisiones.

Por ejemplo, el entrenamiento cerebral utiliza técnicas que implican distintos ejercicios para mejorar la densidad de atención, normalmente ante un problema o un tema desconocido. Esto permite establecer nuevos circuitos que, si se logran con fuerza de densidad, serán más importantes que lo mal aprendido o lo que hay que desaprender para focalizar y/o resolver el problema de manera creativa.

Estas nuevas técnicas pretenden sacar al cerebro de la zona de comodidad a la que tiende, ya que las conductas rutinarias y automáticas no sólo atrofian la atención, sino que también conspiran contra la motivación y la creatividad, fundamentales en la toma de decisiones.

El segundo gran aspecto que cabe trabajar tiene que ver con optimizar la memoria, tanto respecto al trabajo, imprescindible para el mantenerse informado on-line mientras analizamos varias alternativas, como la de largo plazo, esto es, para recuperar datos que necesitamos según el caso.

Por ejemplo, si nos planteamos comprar o no una vivienda, necesitamos la memoria operativa para asociar rápidamente los estímulos que recibimos durante la visita mientras dialogamos con el vendedor y, al mismo tiempo, recuperar información almacenada en la memoria de largo plazo (datos sobre el mercado inmobiliario, precios y experiencias anteriores).

Cuanto mejor funcionen ambos sistemas, más fácil será llevar adelante el proceso que nos conduzca tanto a la toma de la decisión más acertada como a una negociación favorable a nuestros intereses.

De hecho, una persona estresada, a la que le cueste mantener activos varios

datos al mismo tiempo y, más aún, que necesite anotarse las cosas porque padece dificultades con su memoria de largo plazo, tendrá dificultades no sólo para comparar varias ofertas, sino también para desenvolverse inteligentemente cuando negocie el precio o las condiciones de pago.

En realidad, todas las actividades que pretenden mejorar la actividad de las funciones ejecutivas son muy importantes, ya que, cuando éstas se debilitan, se compromete la autonomía: las personas afectadas terminan recurriendo a terceros porque no logran ver la luz al final del túnel cuando tienen que resolver un problema.

Sin duda, nuestra capacidad para tener una vida eficaz, productiva y rica en relaciones sociales depende de nosotros, esto es, de cuánto estamos dispuestos a invertir para mejorar los procesos cerebrales que nos permitan establecer nuestras metas con claridad, encontrar la forma menos compleja para alcanzarlas, quitar las malas hierbas (todo lo que no sea imprescindible) y hallar el mejor camino para tomar las decisiones que mejoren nuestro rendimiento y, a su vez, nuestra calidad de vida.

Si quieres saber más sobre cómo toma las decisiones el cerebro, visita el capítulo 9.

Capítulo 8

El cerebro emocional

En este capítulo

- Conocerás el fundamento neurobiológico de las emociones
- Te explicaré qué son y por qué funcionan los marcadores somáticos
- Comprobarás cómo influyen las emociones en el desempeño de las funciones ejecutivas del cerebro

"Y entonces... ¿qué es el amor?", pregunta el periodista. *"El amor es un estado funcional del cerebro", responde Rodolfo Llinás, profesor y director de Neurociencias del Centro Médico de la Universidad de Nueva York mientras escribo esta obra.*

¿Será posible algún día hacer trasplantes de cerebro? "No, absolutamente imposible —responde Llinás—. Y no porque si a uno le trasplantan un cerebro no le estén trasplantando un cerebro sacado de otro cuerpo, sino porque usted desaparece como tal cuando le quitan el cerebro para ponerle uno nuevo. Una mano o el corazón pueden trasplantarse, pero el cerebro, nunca. Si yo me quito mi cerebro y me pongo el suyo, ya no soy yo, sino que soy usted."

Así es. Si te cambian el cerebro, dejas de ser tú. No sólo porque lo que has aprendido y experimentado está inscrito en tus redes neuronales, sino también porque lo que amas y lo que no, lo que te asusta y lo que no, lo que te conmueve y lo que no, ha dejado huellas únicas e irrepetibles que no existen en el cerebro de cualquier otra persona, huellas que sólo tú puedes modificar gracias a los mecanismos de plasticidad neuronal con los que te ha dotado la naturaleza.

Como la experiencia, la forma de sentir es inherente a la persona, por lo tanto, es un fenómeno subjetivo. Como las redes neuronales están abiertas al cambio y pueden modificarse tanto por un estado interior como exterior, puedes limpiar tu cerebro para librarte de las partículas tóxicas que generan el mal

humor, la agresividad, los celos... en definitiva, las emociones negativas.

No te diré que no te enfades ante hechos que justifican que te sientas así, pues todos los afectos tienen su razón de ser, así que en este capítulo te explicaré cómo funciona el cerebro emocional. En el capítulo 20 verás cómo puedes identificar aquellas emociones que te invaden y te hacen sufrir (incluso a nivel no consciente) y cómo puedes revertir esos procesos no sólo para mejorar tu calidad de vida, sino también, y fundamentalmente, para que no bloqueen o limiten tus funciones ejecutivas.

Qué son las emociones

Las emociones, como los pensamientos, son estados funcionales del cerebro. Por ello, aunque compruebes que tu corazón late más rápido cuando te asustas o cuando te enamoras, la base de esas sensaciones reside en tu cerebro. De hecho, si te asustas mucho, el aumento de un neurotransmisor, la adrenalina, provocará que aumente tu frecuencia cardíaca. Esto también puede sucederle a un atleta cuando se acerca a la meta, a quienes practican deportes de riesgo o, simplemente, a cualquiera que se enfrente a una situación cotidiana que le parezca excitante.

Ahora bien, abordar el tema de las emociones desde la perspectiva neurobiológica puede ser raro y quizá chocante para algunas personas. Por ejemplo, nunca olvido la cara de estupor de Marita (una de mis amigas más religiosas) cuando un colega experto en neurofisiología dijo en una reunión que no hay vida después de la muerte porque, cuando se destruye el cerebro, no queda nada de la persona. "¿Y tú cómo lo sabes? —preguntó Marita—, ¿conoces a alguien que haya vuelto de allí?"

¿A que no? Y eso que, como mi colega, soy muy respetuoso con los creyentes porque en todos ellos residen sentimientos importantes.

No obstante, siempre digo que, a diario, la neurociencia muestra casos de personas que, tras lesionarse alguna zona cerebral, como los lóbulos frontales o la amígdala, han cambiado su manera de sentir y relacionarse con los demás, confirmando que las emociones son estados funcionales del cerebro y, a su vez, que tienen un sustento neurobiológico.

Piénsalo dos veces antes de actuar

Si te pregunto cuántas veces te has arrepentido de lo que has dicho, seguramente responderás "varias". Si te pregunto cuántas veces te has lamentado por lo que has hecho, lo más probable es que obtenga una respuesta similar. No te

preocupes, nos pasa a todos.

Aunque hay unas personas más vehementes que otras, nuestras palabras y nuestra conducta suelen dispararse de forma sorprendente, como si corrieran (y de hecho, corren) más rápido que nosotros, que nuestra conciencia. Esto puede explicarse neurobiológicamente: la culpable es la amígdala, una pequeña estructura que se encarga de procesar las emociones en el cerebro. Sus tiempos de reacción son tan rápidos que más de una vez nos juega una mala pasada, haciendo que reaccionemos como si fuésemos trogloditas.

Por ejemplo, gritar, dar un puñetazo encima de la mesa o romper una raqueta de tenis durante un partido son actitudes que dejan a un individuo en evidencia y normalmente le traen problemas, sobre todo en ámbitos familiares o de trabajo, ya que las reacciones que se basan en respuestas viscerales suelen provocar rechazo en los demás.

Joseph LeDoux, un experto en el estudio de las emociones como procesos biológicos, encontró una explicación anatómica para esos momentos en los que sentimos que "algo" nos ha precedido y nos ha impulsado a actuar de determinada manera.

Descubrió que, junto a la vía neuronal que va desde el tálamo hasta la corteza cerebral, existe un conjunto de fibras nerviosas que comunica el tálamo con la amígdala, y llegó a la conclusión de que en el cerebro humano hay una especie de atajo que permite que la amígdala reciba algunas señales que provienen de los sentidos de forma ultrarrápida.

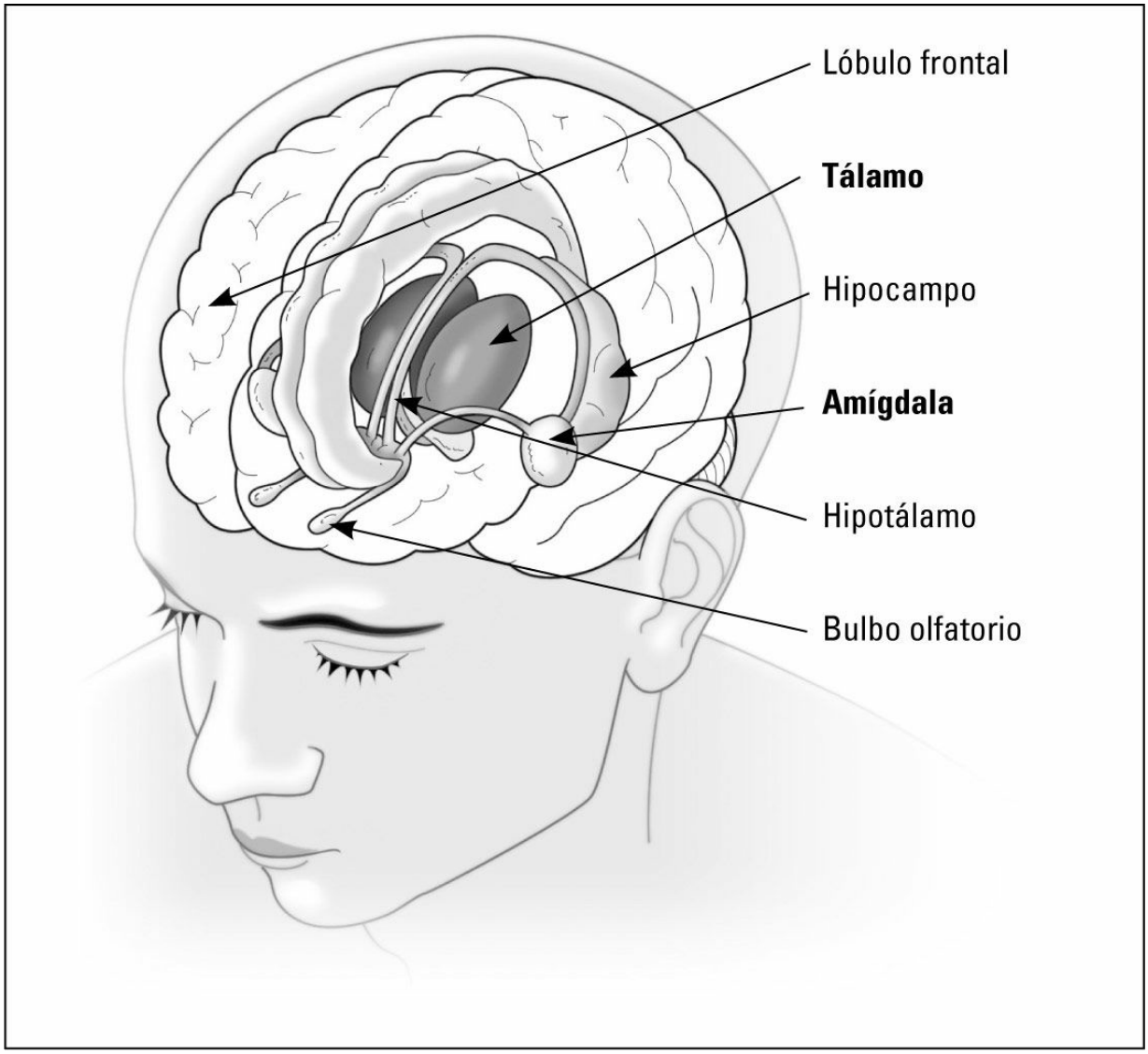


Figura 8-1:
Situación del tálamo y la amígdala respecto a otras estructuras relacionadas con el procesamiento cerebral de las emociones

Así, un estímulo sensorial (como el rugido de un tigre, por ejemplo) se divide en dos impulsos que recorren caminos diferentes después de pasar por el tálamo. El primero, al que llamó *vía rápida*, va por el "atajo" hacia la amígdala, que genera una respuesta emocional y casi instantánea: huir, correr. Milésimas de segundo más tarde, la información llega desde el tálamo a la corteza cerebral, que produce una respuesta controlada. A este recorrido LeDoux lo llamó *vía lenta*.

En el primer caso (vía rápida) actuamos casi por instinto; en el segundo, (vía lenta) se activa la conciencia. Esto significa que, ante una situación de peligro (LeDoux realizó muchas investigaciones sobre el miedo), la amígdala genera la primera reacción, y no la neocorteza (donde residen las funciones cognitivas más importantes, como el pensamiento).

Por eso decimos que las emociones no sólo implican aspectos cognitivos (en los que interviene la corteza), sino también, y fundamentalmente, fisiológicos y conductuales. Por ello, si de repente aparece un perro enorme o se nos viene encima un coche, aunque no nos haya hecho daño, es decir, que sólo haya sido un susto, la angustia que nos provoca ese hecho se archivará en la memoria con un estado orgánico asociado. Este estado puede crear un patrón de respuesta, tanto fisiológica como conductual, que puede originar un marcador somático (tema que desarrollo más adelante, en este capítulo), afectando a las conductas futuras de forma no consciente.

La amígdala cerebral: arte y parte en la vida emocional y afectiva

La amígdala es la estructura más importante en el procesamiento cerebral de las emociones. Se encuentra en las profundidades del cerebro, prácticamente dentro del lóbulo temporal (tenemos dos amígdalas, la izquierda y la derecha, una en cada hemisferio) y está formada por varios núcleos que controlan gran parte de los estímulos emocionales que recibe el sistema nervioso.

La amígdala es fundamental en los mecanismos de cognición social y empatía, en el sistema olfativo (participa activamente en la conducta sexual y en el recuerdo de los olores) y en otros procesos cerebrales muy importantes, entre ellos, la amígdala:

Fija la memoria emocional

Si le preguntas a alguien qué estaba haciendo cuando se produjo el atentado a las Torres Gemelas, es probable que te haga una descripción detallada, incluso quince o veinte años después de aquel desgraciado suceso. También es posible que se asuste si ve un avión que pasa cerca de una torre.

Este tipo de recuerdos especialmente fuertes, nítidos y permanentes debido a su intensidad, se enmarcan en un tipo de memoria emocional llamada *flashbulb memory (memoria de destello)*. Con los años, quizá se modifique el relato de los protagonistas, pero jamás olvidarán el acontecimiento ni las emociones asociadas a éste.

Lo mismo ocurre con experiencias muy importantes inherentes a cada persona. Por ejemplo, seguro que recordarás toda la vida el día que te licenciaste en la universidad, el momento en el que nacieron tus hijos o algunos sustos que te provocaron situaciones extremas o inesperadas. En todos estos casos, y especialmente en la memoria del miedo, la amígdala desempeña un papel fundamental. También es clave en el aprendizaje emocional: cuanto más intensa es su activación, más imborrable es la información que entra en el cerebro, ya sea positiva o negativa.

Desencadena respuestas automáticas ante estímulos emocionales

La vida está repleta de estos sucesos. Hay quienes salen corriendo cuando ven un caniche porque alguna vez les mordió un perro. A algunas personas les asusta volar, pero no saben por qué. Mi prima Sonia se pone nerviosa cada vez que cruza un paso a nivel porque, cuando tenía cinco años, su hermana mayor (enfadada con un novio que la había engañado) le dijo que "lo atropelló un tren". La niña se lo creyó a pies juntillas y quién sabe lo que elucubró su cabecita. Por eso, vale más tener cuidado con lo que decimos.

Aunque he citado algunos ejemplos en los que podemos conocer el origen del problema para tratarlo, lo cierto es que la mayor parte de los recuerdos emocionales son inconscientes (ve al apartado "Siempre etiquetando: los marcadores somáticos", más adelante en este capítulo) e influyen en nuestra conducta durante toda la vida.

Por ejemplo, durante un experimento realizado en el Hospital de la Pitié-Salpêtrière, en Francia, se aplicó una técnica de presentación subliminal que consistió en una serie de *flashes* con palabras cuya duración no permitía que los participantes tuvieran tiempo de leer conscientemente. Los significados eran de tres tipos: amenazantes, neutros y alegres. Sin embargo, mientras recibían los *flashes*, se observó actividad eléctrica en la amígdala.

En los tres casos se detectó una respuesta relacionada con el valor emocional de las palabras que había sido percibido de forma inconsciente. Para validar sus resultados, realizaron otra experiencia dando tiempo a los participantes para que leyesen las palabras. Se observó que la región del cerebro que se activaba era la misma que se había iluminado cuando éstas les habían llegado en forma subliminal.

Tiene un rol activo en respuestas agresivas

Algunas investigaciones revelan que la amígdala es más grande en el cerebro de personas agresivas. Por ejemplo, durante un estudio sobre adolescentes, el psicólogo Nicholas Allen, de la Universidad de Melbourne, Australia, descubrió que los participantes que discutían con más ímpetu y excitación con sus padres poseían amígdalas más grandes que quienes no lo hacían. También se han realizado extirpaciones de la amígdala con fines

terapéuticos. En estos casos se comprobó que la cirugía reducía el número de episodios en pacientes que padecían una agresividad que no podía tratarse con fármacos.

Participa activamente en la toma de decisiones

La mayor parte de las decisiones que tomamos en la vida (más del 80%) tienen un origen emocional. Antoine Bechara propone dos sistemas que intervienen en la toma de decisiones e interactúan entre sí: el sistema impulsivo, dominado por la amígdala, y el sistema reflexivo, dominado por la corteza prefrontal ventromedial (en el capítulo 9 te explicaré cómo funciona este sistema). António Damásio llegó a conclusiones similares: sostuvo que ambas amígdalas se encargan de la respuesta emocional instantánea, mientras que los lóbulos frontales se ocupan de las reacciones emocionales basadas en un análisis racional y cognitivo. Bechara y Damásio son autores internacionalmente reconocidos por sus trabajos sobre el cerebro emocional, un tema que ocupó la mayor parte de sus investigaciones.

De tú a tú: el rol de la amígdala en las relaciones con los demás

La amígdala participa activamente en los mecanismos de cognición social y empatía, es decir, en la capacidad de ponerse en el lugar del otro, percibir lo que está sintiendo y sintonizar con sus emociones. Durante estos procesos, su principal función es convertir las percepciones en conceptos, para lo cual asigna contenidos emocionales a los estímulos que recibe por los sistemas sensoriales.

También se ha comprobado que participa en el reconocimiento facial de las emociones: las personas que padecen lesiones en esta estructura no reconocen las expresiones de miedo, asco, rabia o tristeza en el rostro de los demás.

Del estudio del papel de la amígdala en la cognición social se ocupa la *Teoría de la mente*, esto es, se centra en la habilidad para comprender y predecir la conducta de los demás y sus intenciones. Junto a otras estructuras (como algunas regiones del lóbulo temporal, la corteza orbitofrontal y la corteza somatosensorial derecha), la amígdala desempeña un papel fundamental en las relaciones que establecemos con los demás.

Siempre etiquetando: los marcadores somáticos

Los *marcadores somáticos* (concepto acuñado por António Damásio) son experiencias emocionales que el cerebro asocia y archiva junto al estado fisiológico que se experimentó en aquel momento, por ejemplo, un estado de miedo asociado a un temblor corporal provocado por un susto, un estado de enorme excitación asociado a la generación de adrenalina, un estado de enamoramiento asociado a un aumento de la frecuencia cardíaca.

Gran parte de la conducta humana la desencadenan estos disparadores no conscientes que hacen actuar a las personas de una manera u otra.

El cerebro asocia una emoción y los cambios fisiológicos que se generan al experimentarla, a esa situación vivida, y crea una especie de patrón que resurgirá cuando se produzca una experiencia similar. Ese modelo es un marcador somático. A partir de ese momento, cuando te encuentres en una situación similar, el cerebro generará respuestas emocionales no conscientes, que se reflejarán en cambios corporales. Esas respuestas determinan la conducta.

António Damásio lo explica claramente: "En una situación de peligro, el miedo llega primero en forma de calor, palpitaciones, temblores. Después, se afirma la conciencia real del miedo y su causa".

Como ves, es un fenómeno psíquico que implica al cuerpo y deja huellas sinápticas en el cerebro. Por eso influyen en la toma de decisiones.

Cabe destacar que, ya en el siglo XIX, cuando no existía la moderna tecnología de exploración cerebral con la que contamos actualmente, William James anticipó que la percepción se asocia a estados somáticos y lo explicó así: "El recuerdo del estado somático asociado a una percepción contribuye a producir dicha emoción".

En este punto, vamos a hacer un ejercicio. Te propongo que intentes experimentarlo de forma consciente con palabras o imágenes relacionadas con hechos y personas que hayan sido importantes para ti. Si haces una buena selección, comprobarás que la imagen que evocas provocará sensaciones más o menos perceptibles en tu cuerpo. Es importante que las reconozcas y, si puedes, las anotes.

A lo largo de la vida, los marcadores somáticos que acumula una persona (en función de experiencias tanto negativas como positivas asociadas a emociones) son tan potentes que influyen no sólo en su conducta, sino también en sus proyectos, en cómo se relaciona con los demás, en la simpatía o aversión que siente por algunos lugares, en el placer que le provocan algunos aromas y sabores y en el displacer que le provocan otros... La lista puede ser tan extensa como experiencias emocionales haya tenido.

Afortunadamente, como las redes neuronales se mantienen abiertas al cambio gracias a la neuroplasticidad, todos podemos desactivar los marcadores negativos si nos entrenamos y existe voluntad y constancia.

Ten presente que algunas emociones, como el miedo, son difíciles de controlar porque dependen de procesos muy complejos. Cuando se crean determinados neurocircuitos, las reacciones ante sucesos que han marcado emocionalmente tienden a perpetuarse. Si bien no es fácil reprogramarlos, es absolutamente posible porque la neurociencia avanza a pasos agigantados y, día a día, se generan herramientas más eficaces que las anteriores.

El impacto de las emociones en las funciones ejecutivas

Las emociones tienen una influencia fundamental en nuestra conducta, pero también, y primordialmente, en el desempeño de las funciones ejecutivas del cerebro (que explicamos en el capítulo 7). Para comprender su alcance, imagina, por ejemplo, que a alguno de los astronautas que se encontraba en la *Apolo 13* le hubiera dado un ataque de pánico. ¿Qué hubiera pasado con su capacidad para razonar?

Recuerdo que el mayor desafío para aquella tripulación y para el equipo que trabajaba con el objetivo de que volviesen a la Tierra era resolver los innumerables problemas generados por una explosión en los tanques de oxígeno. Uno de ellos fue encontrar la forma de adaptar los recipientes de dióxido de litio (que se utilizan para eliminar el dióxido de carbono de la cabina) para poder respirar.

Como estos recipientes eran cuadrados en la nave y redondos en el módulo lunar (donde tuvieron que instalarse tras la explosión), había que adaptarlos con los pocos recursos disponibles (bolsas de plástico y cinta adhesiva, entre otros), siguiendo las instrucciones que había ideado el personal en Tierra, en una actuación contrarreloj. ¿Qué debió de ocurrir en la mente de los astronautas

durante las horas críticas en las que realizaban estas actividades?

Al releer las narraciones de los protagonistas de estos sucesos, que se produjeron en abril de 1970, estoy seguro de que hubo momentos en los que la misión parecía imposible. Sin embargo, los resultados evidencian que lograron un perfecto funcionamiento de las funciones ejecutivas del cerebro; de lo contrario, no hubieran podido solucionar todos los problemas que se presentaron durante su accidentado viaje, a pesar de que se sabe que la NASA convocó a los mejores especialistas para diseñar las soluciones que ellos tuvieron que aplicar.

Quizá pienses que mi ejemplo es un caso extremo, y así es. No obstante, es suficiente con mirar alrededor: en el trabajo, en el mundo del deporte, en los debates televisivos, en las reuniones de vecinos... encontramos evidencias de que las emociones gobiernan la conducta de algunos individuos hasta el punto que bloquean la práctica de sus funciones ejecutivas.

Un estudiante brillante puede suspender un examen si se pone nervioso, un ingeniero tendrá que revisar más de una vez sus cálculos si está deprimido, un ejecutivo puede fracasar y desmotivar a un equipo de trabajo si se deja llevar por la ira cuando las cosas no salen como él quisiera.

Afortunadamente, hoy se pueden transformar los circuitos cerebrales responsables del desequilibrio emocional para mejorar no sólo la actividad, sino también nuestra calidad de vida. Más aún, se ha comprobado que el entrenamiento mental aumenta el flujo sanguíneo en las regiones que se quieren activar. Esto significa que la sangre no sólo sirve como sustento y nutrición para las diferentes áreas cerebrales, sino que también interviene en el procesamiento y la comunicación de la información. Cuando fluye más sangre en una región cerebral es porque aumenta su actividad. Si dura un tiempo, se forman nuevas conexiones neurales y se consigue una modificación a largo plazo que facilita el procesamiento de información que se ha entrenado.

De esta forma se pueden construir y potenciar, entre otros, los neurocircuitos de la empatía, la paciencia, la serenidad y el bienestar, ya que estas capacidades tienen un correlato anatómico (recordemos que gran parte del comportamiento emotivo se origina en el cerebro reptiliano, que tiene más de doscientos millones de años de evolución, y en el cerebro límbico, emocional). También se ha comprobado que los lóbulos frontales intervienen activamente en la asimilación de las emociones: moderan las reacciones viscerales y participan en la elaboración de los planes que determinan el comportamiento cuando lo dirigen los sentimientos.

En conclusión, el panorama que te he presentado es alentador

porque:

- ✔ Todos podemos evitar que un inadecuado dominio emocional conspire contra el rendimiento neurocognitivo.
- ✔ Si se trabaja la coherencia que requiere cada modo de procesamiento cerebral, se pueden combinar determinadas acciones para provocar un cambio en el procesamiento afectivo.
- ✔ Ello requiere la voluntad para focalizarse y concentrarse en el trabajo que se va a realizar, y después el cerebro se encargará de solidificar los resultados.

A este tema apuntan gran parte de los ejercicios que encontrarás en el capítulo 20. Si los realizas con constancia, comprobarás que todos podemos esculpir y reesculpir nuestro cerebro a lo largo de toda la vida al controlar tanto los aspectos cognitivos como los emocionales para desarrollar nuestro potencial.

Capítulo 9

Ha llegado la hora de decidirse

En este capítulo

- Conoce la neurobiología del proceso de toma de decisiones
- Te explico los roles del cerebro emocional y del cerebro ejecutivo
- Te ofrezco estrategias para decidir con mayor claridad y menor riesgo de error

¿Ropa informal o traje? ¿Coche o metro? ¿Gimnasio o tenis? ¿Física o Ciencias de la Comunicación? ¿Matrimonio o convivencia? Desde que nos despertamos hasta que nos acostamos tomamos decisiones que afectan a toda nuestra vida. Desde elegir la marca de café y los alimentos para el desayuno hasta casarnos, divorciarnos o invertir en una propiedad. A veces, decidir es fácil; no hay mucho para pensar cuando, por ejemplo, vamos a comprar tinta para la impresora. En otras ocasiones, el proceso es complejo y puede convertirse en una preocupación importante.

Afortunadamente, el conocimiento previo y la experiencia reorganizan los circuitos cerebrales y agilizan el proceso de toma de decisiones cuando éstas son complejas, y lo mismo sucede con los mecanismos emocionales, mucho más potentes de lo que se creía hace años. En cualquier caso, desde elegir entre tostadas con mermelada *light* o una porción de tarta para el desayuno, o entre Nueva York o Río de Janeiro para vivir, decidir implica un importante trabajo cerebral que activa los sistemas emocionales y las funciones ejecutivas del cerebro. Por ello, la atención, los diferentes tipos de memoria y la

flexibilidad cognitiva (la capacidad para analizar varias alternativas de forma paralela o simultánea), son componentes esenciales del proceso.

Qué ocurre en el cerebro cuando se toman decisiones

En todo proceso de toma de toma de decisiones coinciden aspectos cognitivos (que dependen de las funciones ejecutivas del cerebro) y emocionales (dominados por estructuras del sistema límbico, principalmente la amígdala).

Según la teoría de los marcadores somáticos (hablo de ellos en el capítulo 8), los emocionales son los más importantes porque actúan como una especie de brújula que antecede al componente cognitivo, de manera que se evita que se elija una alternativa asociada a una experiencia negativa o inclina la balanza hacia la positiva.

La zona cerebral más importante en estos procesos, pues envía y recibe información de los sistemas sensoriales y motores, es la **corteza prefrontal** (figura 9-1), dividida en tres regiones:

- ✔ **Dorsolateral:** Organiza la conducta y se ocupa del razonamiento y la memoria de trabajo.
- ✔ **Orbitofrontal:** Participa en el habla, la motivación y la cognición (entre otros procesos importantes).
- ✔ **Ventromedial:** Es la región más importante en la toma de decisiones. Tiene grandes conexiones con la amígdala (estructura clave en el aprendizaje emocional) y se ocupa de integrar el conocimiento relacionado con emociones previas, guiando el proceso de forma no consciente.

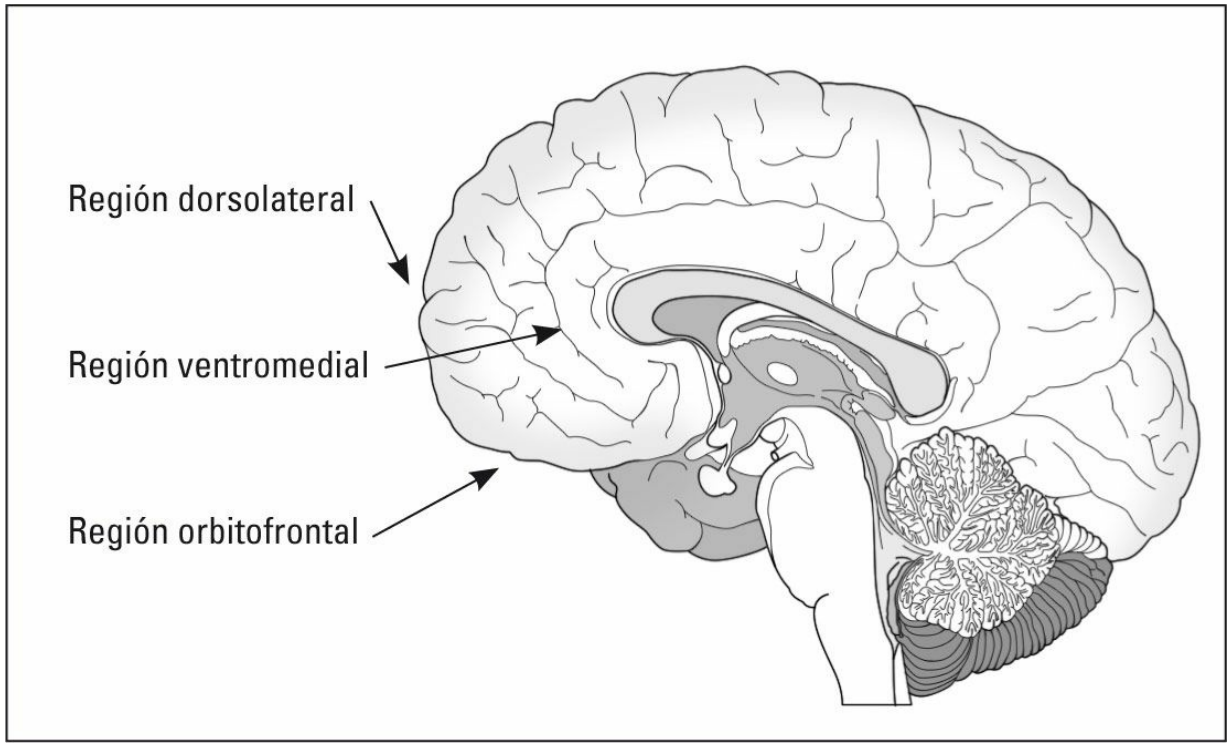


Figura 9-1:
Corteza prefrontal

Si la decisión es significativa para uno mismo y por la influencia que puede tener en los demás, los mecanismos cognitivos y emocionales que se ponen en juego son los mismos que intervienen en decisiones sencillas. Lo que cambia notablemente es el consumo de energía cerebral.

Uno de los mejores ejemplos es el de los pilotos de Fórmula 1; además de un gran esfuerzo físico (que no vemos), realizan un gran esfuerzo mental. Es suficiente con ver por televisión qué ocurre durante una de estas carreras (cuando la cámara se coloca en el coche del piloto) para comprobar que las funciones ejecutivas de estos deportistas no paran, y tampoco su cuerpo. Los cambios fisiológicos que experimentan (como el aumento del ritmo cardíaco y la sudoración) revelan el gran componente emocional asociado a cada decisión que toman, ya que se juegan no sólo la carrera, sino también su propia vida.

Cuando se toman decisiones muy importantes, aumenta el consumo de energía cerebral por la exigencia que recae sobre las funciones ejecutivas y la intensidad de las emociones que se experimentan. Esto provoca un efecto que se traslada al resto del cuerpo y genera un cansancio similar al que se experimenta después de una actividad que requiere esfuerzo físico.

En los siguientes apartados veremos qué papel desempeñan los sistemas

cerebrales que están implicados en la toma de decisiones en función de los últimos avances de la neurociencia moderna: el sistema emocional (dominado por la amígdala y otras estructuras del sistema límbico) y el sistema racional, reflexivo, situado en la corteza prefrontal.

El cerebro emocional en la toma de decisiones

Durante muchos años, y tanto en los ámbitos educativos como en el mundo del trabajo, se impulsó el pensamiento racional, y se pensaba que no tenía nada que ver con las sensaciones corporales y las emociones.

Sin embargo, las neurociencias han demostrado que los mecanismos emocionales guían la toma de decisiones. Más aún, se considera que, si sus componentes desaparecen, aumenta la probabilidad de que el sujeto se equivoque.

Cuando el cerebro debe tomar una decisión, la región ventromedial de la corteza prefrontal integra los diferentes factores implicados en la toma de decisiones (los estados somáticos, la información que procede de los sentidos, los recuerdos almacenados en la memoria y los datos de la amígdala, el hipotálamo y algunos núcleos del tronco cerebral). Afortunadamente, parte de nuestra sabiduría emocional se asocia con las inscripciones que traemos en el cerebro como resultado de la evolución —por ejemplo, el miedo nos impulsa a alejarnos del peligro y garantiza nuestra supervivencia— como sucede también con los marcadores somáticos, que facilitan al cerebro la tarea de elegir una entre dos o varias alternativas.

Estos marcadores pueden enviar señales no conscientes que preceden y, al mismo tiempo, agilizan el proceso de decidir, provocando que, más de una vez, no podamos explicar por qué elegimos esto y no aquello. Cuando se ausentan o se debilitan, es posible que las decisiones sean inoportunas o desacertadas.

Al respecto, António Damásio estudió neurológicamente el caso de un empresario intelectualmente brillante que no podía alcanzar los objetivos de su trabajo después de que le extirpasen un tumor de la región ventromedial del lóbulo frontal (detrás de la frente). En cambio, en sus habilidades cognitivas, este hombre —a quien llamó Elliot— no presentaba problemas.

Sin embargo, su personalidad cambió: no se inmutaba cuando le mostraban imágenes horrorosas ni se conmovía ante situaciones extremas (comprobaron esta frialdad mediante estudios psicológicos que exponían al paciente a imágenes con alto contenido emotivo y registraban los cambios que experimentaba al observarlas).

Damásio dedujo que la operación había tenido sus consecuencias. El tumor tenía el tamaño de una mandarina y, al extraerlo, se habían cortado conexiones

entre la amígdala y otros sectores importantes de la corteza prefrontal. Como el funcionamiento neurocognitivo no parecía afectado (respondía muy bien a todas las pruebas), se dedujo que lo que dificultaba su capacidad para tomar decisiones era, precisamente, la ausencia de emociones.

Este caso, sumado a otros similares, revela que, durante las últimas dos décadas, la ciencia ha logrado comprender los verdaderos motivos del comportamiento humano y que, a pesar de la vieja dicotomía cuerpo-alma que sigue suscitando enorme variedad de interpretaciones, la denominada neurobiología de los sentimientos confirma que el cerebro crea la mente, y que no es posible comprender las reacciones emocionales si no se investigan sus bases biológicas.

¿Decides tú o tu cerebro? Los procesos mentales ultrarrápidos

Uno de los descubrimientos más interesantes sobre el funcionamiento del cerebro tiene que ver con procesos metaconscientes que nos hacen decidir sin que sepamos que ya lo hemos hecho.

Esto no sólo se relaciona con la rapidez con que buscamos protegernos si de repente aparece un perro del tamaño de un poni con dientes enormes, o con la activación de los marcadores somáticos, sino también con la mayoría de las decisiones que tomamos. Quizá te sorprenda, y mucho, pero hoy podemos predecir qué decisión va a tomar alguien observando su actividad cerebral.

Por ejemplo, antes de que un tenista gire la muñeca para sacar, su cerebro ya sabe qué movimiento va a hacer. Lo mismo ocurre cuando un jugador de fútbol realiza un pase o marca un gol. La neurociencia contemporánea ha corroborado estas situaciones con varios experimentos (lo que varía es la cantidad de segundos con los que se anticipa). Veamos algunos casos.

En Alemania, se llevó a cabo una investigación que consistía en que los participantes tomaran una decisión muy sencilla: pulsar el botón que estaba a la izquierda o a la derecha de una pantalla mientras su cerebro era escaneado durante el ejercicio. Los investigadores concluyeron que, observando la actividad cerebral en las cortezas prefrontal y parietal, podían predecir qué

botón iban a pulsar ¡siete segundos antes!

Esta diferencia temporal, que en otros experimentos llegó a ser de unos 10 segundos, confirma que existen áreas que saben lo que vamos a hacer antes de que la decisión sea consciente.

En 1982, se publicó un experimento muy simple con resultados similares: los investigadores, dirigidos por uno de los más destacados especialistas en el tema, Benjamin Libet, pidieron a los participantes que ejecutaran movimientos sencillos (como girar la mano) y le informasen de cuándo se planteaban hacerlo y del instante en que percibían la sensación de movimiento. Mientras, los investigadores registraban la actividad eléctrica de las zonas motoras de su cerebro.

El experimento reveló que "antes" de que los participantes decidieran mover su mano, ¡su cerebro ya lo había hecho! De esta forma se confirmó que gran parte de la conducta humana puede descifrarse observando las zonas cerebrales que se activan, básicamente, las cortezas parietal y frontal. Parecería que estamos cada vez más cerca de que la realidad supere la ciencia ficción. Por ejemplo, si has visto la película *Minority Report,* dirigida por el fantástico Steven Spielberg, comprenderás de qué hablo: ¿qué pasaría si la policía pudiera saber anticipadamente qué delitos se van a cometer?

De momento, la policía científica está experimentando con electroencefalogramas y escáneres cerebrales *ex post.* Pretenden detectar si la actividad eléctrica del cerebro y las activaciones de determinadas zonas pueden actuar como pistas al mostrar al acusado varias imágenes entre las que intercalan escenas donde se ha producido el homicidio o leerle en voz alta los detalles. Por lo que se refiere a lo que solemos llamar *ex ante*, queda claro que muchas decisiones las construyen procesos cerebrales de los que no somos conscientes.

Así pues, podríamos resumir lo dicho hasta ahora en tres puntos:

- ✔ La conducta humana no es tan racional como se pensaba.
- ✔ La neurociencia descubrió que muchas decisiones las toman primero zonas no conscientes y luego se trasladan al consciente.
- ✔ Estos resultados generan intensos debates sobre el libre albedrío: los

> actos voluntarios, ¿dependen de lo que conscientemente queremos hacer o decidimos en función de impulsos o motivaciones cuyo origen se encuentra en profundidades que la ciencia comienza a explicarse?

Esto último es una de las claves de la conducta de consumo que explico en mi libro *Neuromarketing* (Gestión 2000). Durante mucho tiempo, no podíamos explicarnos muchas cosas, por ejemplo, por qué, en una encuesta, las personas afirmaban que les gustaba un producto y que lo comprarían cuando se lanzase al mercado, y luego no lo hacían.

Con la ayuda de las neurociencias, descubrimos que la mayor parte de las decisiones que toman los consumidores tienen un origen que ellos desconocen porque es inconsciente y, más aún, que la mayor parte de la información procedente del mundo exterior, por ejemplo, de la publicidad, se aloja en alguna parte del cerebro y nunca entra en la conciencia. Por ello, se está trabajando en el desarrollo de técnicas que permitan explorar esas profundidades.

El efecto *priming* en el proceso de decidir

El efecto *priming* se refiere a la mayor sensibilidad que tenemos ante determinados estímulos, por ejemplo, una palabra, una imagen, un sonido, un aroma, a causa de conocimientos y experiencias previas. Está relacionado con la memoria implícita e influye en la toma de decisiones desde las profundidades de la mente, esto es, sin que seamos conscientes de lo que ocurre.

Por ejemplo, si te enseñan una imagen de Elizabeth Taylor, tu cerebro tenderá a generar asociaciones con determinados conceptos y/o personas relacionadas con ella, como “actriz”, “joyas”, “ojos color violeta” o “Richard Burton”.

Del mismo modo, si durante una conversación sobre alimentos alguien dice Pringles, puedes evocar la imagen del clásico envase de cartón en forma de tubo, el icono del hombrecito con grandes cejas y abultados bigotes, un sabor delicioso que te hace la boca agua o el famoso caso de Fredric Baur, cuyo último deseo fue que sus cenizas no se guardaran en una urna, sino en el tubo de las famosas patatas fritas. En cambio, si no conoces a Elizabeth Taylor ni has probado las patatas Pringles, no se producirá este efecto, ya que ambos estímulos entrarán por primera vez en tu cerebro.

Por ello, la publicidad utiliza la repetición recurrente y el *priming* para activar la memoria a través de pistas, por ejemplo, para que el cerebro del *target* relacione un conjunto de atributos con determinadas marcas, como Huggies con

máxima absorción, Axe con masculinidad o Dove con suavidad.

En síntesis, el efecto *priming* se basa en las siguientes ideas:

- ✔ El cerebro decide entre 6 y 10 segundos antes de que seamos conscientes de ello.
- ✔ En el proceso de toma de decisiones existen anticipaciones metaconscientes que derivan de:
  - Conocimientos.
  - Experiencias previas.
  - La acción de los medios de comunicación.
- ✔ Se pretende conseguir el efecto *priming*, es decir, que la presentación de un estímulo favorezca (por asociación) la recuperación de conceptos relacionados.

Cómo mejorar la toma de decisiones

La mayoría de los entrenamientos tradicionales para mejorar la toma de decisiones se dirigen al mundo laboral. De hecho, puedes encontrar obras completas sobre métodos para resolver problemas.

También se ha escrito sobre el tema desde la pedagogía y la psicología, incluso en muchos libros de autoayuda. Sin depreciar lo que se ha hecho hasta ahora, creo que el mejor camino es incorporar todas las innovaciones neurocientíficas y aprovecharse de las nuevas herramientas que tenemos a nuestra disposición en la era en que nos toca vivir.

Partiendo de esta premisa, y en línea con los últimos descubrimientos sobre el tema, en los próximos apartados me centraré en los dos aspectos que activan la corteza prefrontal cuando tomamos una decisión: los cognitivos y los emocionales. En la parte V encontrarás varios ejercicios para mejorar estas capacidades.

Resignificación y control de las emociones

Las emociones actúan como una especie de sistema que nos informa sobre diferentes aspectos de la realidad, otorgándoles una carga afectiva con repercusiones fisiológicas. Por ello, cada vez que recordamos un acontecimiento importante, la emoción reaparece en la mente y en el cuerpo, prioriza determinadas respuestas frente a distintos estímulos y varía según su intensidad, lo cual afecta a la toma de decisiones.

Asimismo, cada vez que decimos que alguien nos contagia su alegría o nos traspasa su mal humor cuando hablamos con él, lo que hacemos es reconocer el enorme poder que tienen sobre nosotros no sólo nuestras emociones, sino también las de los demás.

Afortunadamente, los seres humanos podemos controlar nuestros sentimientos mediante procesos voluntarios. Por ejemplo, si alguien piensa en sus hijos experimentará un estado de amor, felicidad, placer, resultado de una actividad cognitiva consciente. Si ejercita este pensamiento con esta o cualquier otra imagen, repercutirá favorablemente en su estado de ánimo, y, consecuentemente, en todo lo que decida y haga durante el día. Esto significa que, aunque gran parte de los procesos emocionales se desencadenen en la mente no consciente, todos los seres humanos pueden dominar los programas para que su cerebro construya de forma positiva. Para ello, recuerda que:

- ✔Los pensamientos relacionados con la felicidad, el bienestar, el éxito, el placer y la alegría activan, refuerzan y establecen nuevos circuitos neuronales.
- ✔ Aprender a situarlos en la mente de forma sistemática es un gran punto de partida para el control emocional.
- ✔ Como el cerebro cambia su estructura a través del pensamiento, el esfuerzo para dirigir la mente hacia acontecimientos positivos vale la pena: los ejercicios mentales han mejorado no sólo las capacidades, sino también la calidad de vida de muchas personas.

Por ejemplo, se ha comprobado que, ante una sensación de placer, el organismo libera endorfinas que, en esencia, son moléculas que actúan como un analgésico natural (producen un efecto sedante sobre el cuerpo y revitalizan el sistema inmunológico). A la inversa, si alguien se deprime por una situación que

le produce angustia, ansiedad o mal humor, probablemente aumente el flujo de sangre en su corteza prefrontal. Cuando esta zona se bloquea porque tiene que procesar emociones negativas, no puede pensar y, mucho menos, decidir con la claridad necesaria.

Hoy se sabe que, para el cerebro, imaginar una acción y ejecutarla no son cosas distintas. Si cierras los ojos y recuerdas una imagen, por ejemplo, la de un pulpo, y en ese momento te sometes a un escaneo mediante fMRI, el monitor revelará que tu corteza visual primaria se activa como si realmente estuvieras mirando a ese cefalópodo. Lo mismo sucede cuando se evoca una emoción.

Ahora bien, ¿cómo decirle a alguien amargado que comience a sonreír y haga de ello un ejercicio cotidiano porque le hace bien a su cerebro y a su vida?

Afortunadamente, los estados de ánimo pueden generarse con el pensamiento, y se han desarrollado varias técnicas de control emocional que tienden a modificar los resistentes neurocircuitos de las emociones negativas. Las más importantes apuntan a activar estructuras cerebrales encargadas de inhibir y modular los estados emocionales dominados por otras, entre ellas, la amígdala.

Por ejemplo, una persona que normalmente se bloquea ante una situación difícil es probable que sea de las que ven las dificultades antes que las cosas buenas (vamos, que en vez de ver un vaso medio lleno, lo ven medio vacío). En consecuencia, presentan mayor facilidad para generar pensamientos negativos, activando la corteza derecha del cerebro, lo que favorece el estrés, la depresión, la ansiedad y otras enfermedades físicas derivadas de estos estados, como las típicas migrañas, los problemas digestivos y las úlceras.

En cambio, quienes afrontan los momentos difíciles como un desafío, por ejemplo, los que siguen estudiando, se enfrentan al estrés de los exámenes, se atreven a cambiar de trabajo (¡y más en la situación actual!) y están atentas a las nuevas oportunidades ejercitan la corteza izquierda.

Con esta práctica optimista siempre obtienen mejores resultados, entre otros motivos, porque la concentración cognitiva las hace menos dependientes de sus circunstancias emocionales. Por lo tanto, el secreto para la toma de decisiones exitosas está en el enfoque. El método consiste en trabajar sistemáticamente para debilitar los músculos de los pensamientos asociados a emociones negativas y ejercitar los otros.

Por último, al hablar de emplazamiento voluntario de emociones me he referido a situaciones que pueden definirse como cotidianas. De hecho, es muy difícil revertir sentimientos, como el dolor ante un divorcio, una pérdida importante o cualquier otro momento personal doloroso. Fuera de este marco, el uso del pensamiento y del cuerpo para modificar los estados de ánimo negativos

o, a la inversa, para crear estados de ánimo positivos, ofrece muy buenos resultados.

La importancia de mejorar las funciones ejecutivas

Las funciones ejecutivas del cerebro implican procesos cognitivos tan importantes que les he dedicado un capítulo completo (el capítulo 7). De estas funciones dependen habilidades y acciones esenciales en los procesos de toma de decisiones, por lo tanto, deben funcionar a pleno rendimiento.

Por ejemplo, si una persona se distrae, le cuesta concentrarse, procesar información, razonar o tiene pérdidas de memoria, difícilmente podrá tomar decisiones acertadas. Lo mismo sucede cuando no se marca metas claras y se producen situaciones caóticas por no poder establecer secuencias temporales y organizar el tiempo.

Sin embargo, no hay que llegar a tales extremos. Aunque te encuentres bien y estés contento con tu rendimiento, el entrenamiento neurocognitivo y emocional, junto a otras técnicas surgidas gracias a las neurociencias, son herramientas ideales para potenciar las capacidades cerebrales. En la parte V te ofrezco varios ejercicios para lograr este objetivo. No obstante, recuerda que el lugar ideal para entrenar tu cerebro son los gimnasios cerebrales.

El enemigo oculto de las funciones ejecutivas

química, ya que puede existir una disfunción de los mecanismos de neurotransmisión en la corteza prefrontal. El grado en que cada persona se ve afectada depende de la intensidad de los síntomas, que muchas veces se confunden con problemas de memoria (por eso es tan importante realizar una consulta).

Por ejemplo, las personas con TDAH pueden pasar media hora buscando sus gafas mientras las llevan puestas, olvidarse de pagar los impuestos y llegar a casa sin lo que tenían que comprar. Algunas parecen aceleradas: son las que suelen empezar a hacer algo antes de que les digan cómo hacerlo porque no soportan el tiempo de espera. Otras son hiperactivas, viven corriendo. En algunos casos, las dificultades para organizarse pueden llevarlas a incumplir fechas y suelen ser depresivas. En la siguiente lista sintetizo las principales características de esta dificultad:

Deficiencias en la atención:

✔ Tendencia al desorden.

- ✔ Desorganización y olvidos.
- ✔ Pérdida de objetos personales.

Impulsividad:

- ✔ Toma de decisiones desacertadas.
- ✔ Carácter explosivo.
- ✔ Desbordes emocionales.

Hiperactividad:

- ✔ Necesidad de moverse, viajar, cambiar de lugar.
- ✔ Dificultades para disfrutar del ocio y las gratificaciones.
- ✔ Urgencias innecesarias: que las cosas se hagan ¡ya!

¿Cómo se puede reconocer, tratar y superar el TDA?

Si crees que quizá tengas este problema, pide cita a un neurólogo o psiquiatra. Si se confirma el diagnóstico, los mejores tratamientos combinan más de una opción:

- ✔ Diseño de un programa de entrenamiento a cargo de neuropsicólogos, en consultorio o en instituciones especializadas (normalmente gimnasios cerebrales).
- ✔ Terapias individuales: hay quien se deprime cuando le diagnostican TDAH. En estos casos, se recomienda el seguimiento por parte de un psicólogo o psiquiatra.
- ✔ Tratamiento farmacológico: los prescriben neurólogos y psiquiatras.

Parte IV

El cerebro como soporte de la mente

KAP

—Cuando te comenté que necesitabas algo de entrenamiento cerebral, no me refería exactamente a levantar pesas con la cabeza...

En esta parte...

El cerebro percibe, procesa y almacena la información que recibe de diversas maneras según el contexto, la modalidad sensorial, el equilibrio biológico del momento y, fundamentalmente, el contenido emocional. Esto genera diferentes formas de aprender y recordar.

Los dos primeros capítulos de esta parte muestran el cerebro como el soporte físico de la mente: la construcción de la realidad y el poder del pensamiento y la inteligencia. En el capítulo 12 te mostraré las diferencias neurobiológicas entre el cerebro femenino y masculino y cómo influye en el procesamiento cerebral de la información y la conducta.

A continuación, me adentraré en los principales tipos de aprendizaje y cómo se refleja este fenómeno en el sistema nervioso, para pasar, en los capítulos 14 y 15, a uno de los temas que despierta más interés: la memoria. Te explicaré cómo recuerda el cerebro, cómo son los diferentes tipos de recuerdos y por qué olvidamos algunas cosas.

Capítulo 10

La construcción cerebral de la realidad

En este capítulo

- Te presento la neurobiología de la percepción
- Hablaré de los mapas mentales y del poder del pensamiento
- Te adentrarás en la percepción consciente y metaconsciente

Todo ser humano nace, crece, aprende y actúa en un entorno con el cual intercambia energía e información. Durante este proceso, las sensaciones que experimenta —al ver, oír, tocar, oler y saborear— son el resultado de la interacción con el entorno de millones de células nerviosas que envían y reciben mensajes por una enorme cantidad de redes neuronales interconectadas.

Como este fenómeno es individual, el significado que cada persona otorga a lo que existe a su alrededor (desde un lugar hasta un reloj o una marca de vino) y a los hechos (por ejemplo, un acontecimiento político o social) se ven influidos no sólo por cómo lo percibe su cerebro, sino también por los mapas mentales que ha ido construyendo como resultado de su aprendizaje y experiencia.

Frederic Bartlett, uno de los especialistas más destacados en este tema, solía explicar esta situación recurriendo al siguiente ejemplo: "Tres amigos, un pintor, un amante de la naturaleza y un escalador, salen juntos a pasear por la montaña y observan distintos aspectos del paisaje. Si después les presentamos un trozo de roca y queremos unificar sus recuerdos, nuestra desilusión será grande, pues encontraremos en ellos las mismas diferencias que antes, ya que tanto la percepción (observar el paisaje) como la memoria (recordar lo que se ha visto) dependen de las características de la personalidad, de las experiencias y de los intereses individuales. Cada uno percibe y recuerda cosas distintas**,** y en ningún caso el trozo de roca será más auténtico que lo que ellos han visto: el pintor seguirá fijándose en las luces y los colores del paisaje; el naturalista, en la flora y

la estructura física de los valles; y el escalador, en las paredes rocosas y las grietas".

Si intentas realizar un experimento parecido, comprobarás que cada persona ve la realidad bajo la lupa de su propia percepción. Y no es necesario que vayas a la montaña con dos amigos, es suficiente con hablar de un mismo hecho, por ejemplo, una medida económica del gobierno, para observar las diferentes interpretaciones.

También puedes ver la hermosa película del director español Julio Medem, *Los amantes del círculo polar*, donde un mismo hecho es narrado por uno de los protagonistas y, a continuación, por el otro. Aunque la intención del director fue utilizar este recurso para contar una historia de vida, la de Otto y Ana, es muy interesante observar cómo las variaciones en el relato de un mismo acontecimiento están teñidas por la percepción individual.

Realidad y percepción

Lo *real* es lo que existe, sea o no percibido por el ser humano, mientras que la *realidad* es lo que cada individuo percibe e interpreta como real.

Mi realidad, tu realidad

La realidad es un fenómeno subjetivo. Para comprender este tema, debemos identificar dos fases que la neurobiología distingue en la percepción: transducción y codificación.

- ✔La **transducción** se produce en el circuito cerebral a través del cual fluye la información sin que se modifique su significado. Este proceso incluye etapas encadenadas durante las cuales (en milisegundos o intervalos muy breves de tiempo) una célula convierte un estímulo (información) procedente del medio ambiente en una señal o respuesta específica.
- ✔ La **codificación** se caracteriza por cambios en la interpretación de la información sin que se modifiquen el circuito ni el medio por donde ésta fluye.

Por ejemplo: si caminas por una avenida y, de repente, percibes el delicioso aroma del café, el mecanismo de transducción convertirá dicho estímulo en un impulso eléctrico que viajará por determinados neurocircuitos de tu cerebro. Por su parte, la codificación determinará tu respuesta: puedes identificar la cafetería y entrar para disfrutar de alguna de sus variedades, seguir tu camino porque prefieres las bebidas sin cafeína o decidir que te tomarás un café en cuanto puedas.

La respuesta depende de lo que tengas anotado en tu cerebro sobre el consumo de café y, fundamentalmente, de la acción de tus filtros perceptuales. Estos últimos pueden ser biológicos (tu cerebro, como el de todos los humanos, permite el paso de, aproximadamente, el 1% de la información sensorial que llega del entorno) o personales (valores, estilo de vida, ideología, etcétera). Como puedes ver:

El poder de los mapas mentales en la construcción cerebral de la realidad

La percepción de la realidad está condicionada por la construcción que cada sujeto realiza sobre ella. Tal como dice el Talmud, “no vemos las cosas como son; vemos las cosas como somos”.

Si observas la figura 10-1, seguramente verás un cubo con una orientación determinada. Si sigues observando, la orientación puede invertirse en menos de un segundo. Esta inversión se conoce como “reestructuración espontánea” y significa que la percepción ha sido “reestructurada”: al invertirse la orientación, cambian las relaciones entre los elementos de la figura.

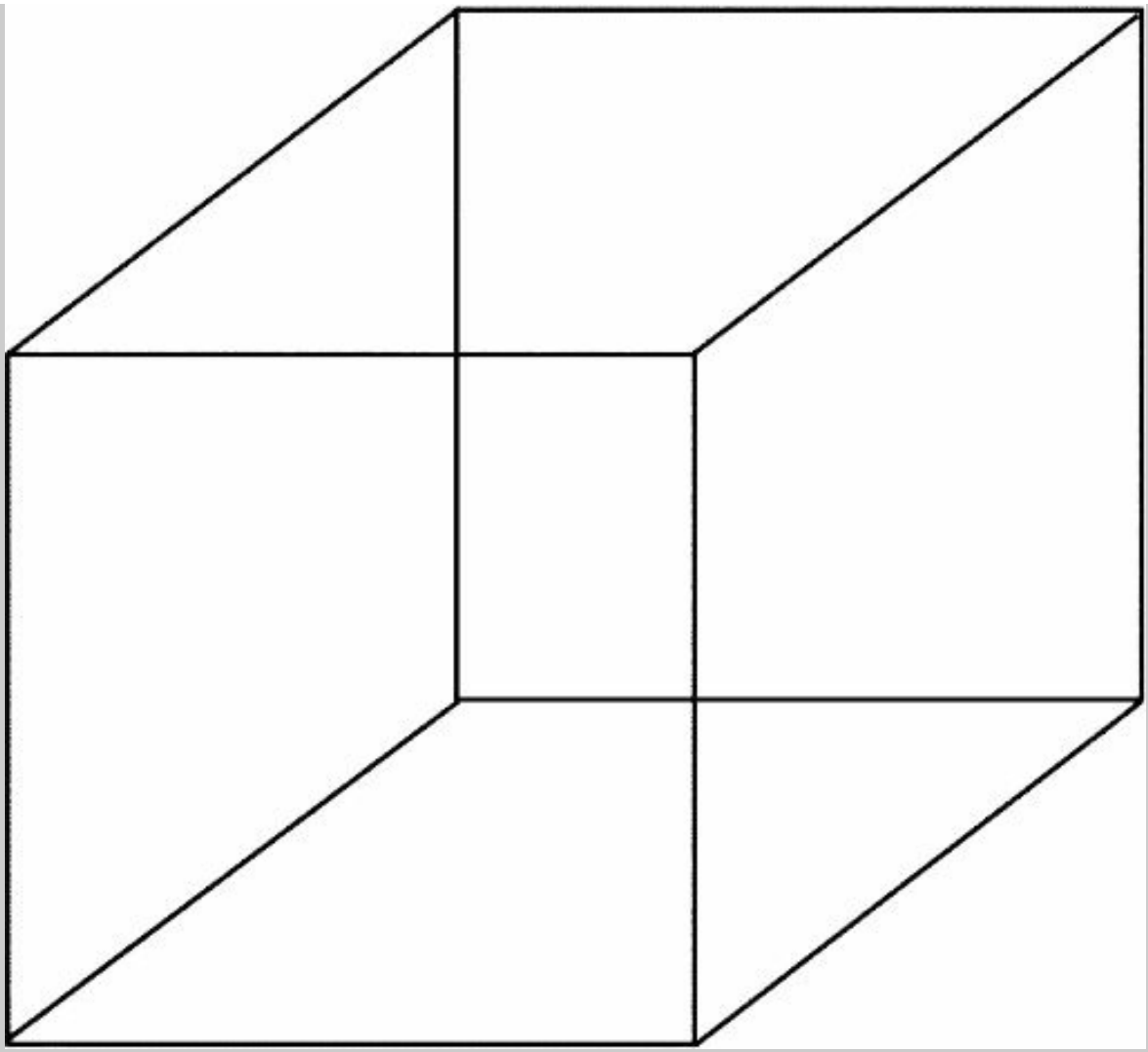


Figura 10-1:

Cubo de Necker

Aunque este ejemplo tiene que ver con un aspecto concreto de la percepción visual, es una excelente metáfora para analizar lo que sucede si dos personas observan un mismo aspecto de la realidad pero lo interpretan de forma completamente diferente a causa de la influencia que ejercen en ellas sus correspondientes mapas mentales:

✔ Los mapas mentales comprenden el conjunto de ideas, valores y creencias que se configuran a lo largo de la vida.

✔ Actúan como potentes filtros a través de los cuales una persona organiza y

da sentido a sus experiencias. Por eso acepta determinados puntos de vista y rechaza otros.

✔ Si bien operan de forma permanente, el ser humano no es consciente de este proceso, a no ser que, voluntariamente, se interese por él y decida explorarlo.

En su libro *La estructura de las revoluciones científicas*, Thomas Kuhn afirma que, cuando se acumulan suficientes anomalías, la comunidad científica se ve forzada a revisar su modelo mental (que él llama "paradigma"). En el plano personal, cuando un individuo se cansa de in tentar resolver sus problemas infructuosamente, debe examinar la validez de sus supuestos y creencias; de lo contrario, es muy difícil que logre expandir su pensamiento.

En la historia de la humanidad encontramos numerosos casos de avances gestados por personas que cuestionaron los paradigmas de su época a pesar de las consecuencias que les ha acarreado esta actitud:

✔ Castigaron a Galileo por confirmar que el centro del universo era el Sol.

✔ A Thomas Edison lo despidieron de su trabajo por "perder el tiempo" en inventar un aparato que grababa mensajes automáticamente, sin importar la velocidad a la que se enviasen.

✔ La mayoría de la gente consideraba el teléfono un aparato demasiado tonto para usarlo, lo cual provocó que Graham Bell tuviera que luchar durante años contra esos mapas mentales.

Estos errores, cuya calificación de imperdonables ya no tendría sentido, son muy interesantes para ser conscientes del efecto nocivo del pensamiento cuando es distorsionado por los mapas mentales.

Lo que un individuo percibe como realidad es una interpretación sensorial de una parte de lo real. El cerebro sólo procesa el 1% de la información que recibe.

De manera no consciente, cada ser humano interpreta el mundo en función de lo que le interesa.

Los deseos, ideologías, creencias, sentimientos y mapas mentales (entre otros poderosos fenómenos) actúan como potentes filtros perceptuales, haciendo que los datos encajen con lo que cada uno quiere percibir. (Si te interesan los mapas

mentales, lee el recuadro sobre este tema que incluyo en este capítulo.)

Este proceso suele ser no consciente e implica conexiones con significados arraigados en el cerebro que, desde las sombras del pensamiento, dirigen la conducta, las opiniones y la toma de decisiones.

Mecanismos cerebrales de la percepción

Percibir implica la activación de un conjunto de procesos neurobiológicos que permiten comprender el entorno en el que se vive, otorgar significados a los hechos y objetos y actuar de una determinada manera.

A nivel cerebral, la mayor parte del procesamiento sensorial se desarrolla sin que seamos conscientes de ello y se caracteriza por fases o etapas. Ante cada estímulo captado por los sentidos (a excepción del olfato), los receptores envían las señales a una primera área, después se dirigen al *tálamo* y, desde allí, al área correspondiente de la corteza sensorial. Por último, la intervención de otras zonas del cerebro completa el significado.

Por ejemplo, esto sucedería en la valoración emocional de una experiencia sensorial en la que participa el sistema límbico, dominado por la amígdala. Si el estímulo percibido evoca sensaciones viscerales, como asco y repulsión, se activará la ínsula.

Con relación al tálamo, una de las estructuras más importantes en la percepción sensorial, las últimas investigaciones han provocado cierta sorpresa. Durante mucho tiempo se consideró una especie de estación de relevo de información. Posteriormente, se descubrió que tiene un rol activo en varios procesos, por ejemplo, que está implicado en el sistema visual e interviene en el somatosensitivo (percepción de la temperatura, del dolor y reconocimiento de objetos a través del tacto).

Otra estructura importante es la *ínsula*, situada en las profundidades del cerebro. Es un complejo centro de conexión entre el sistema límbico y la neocorteza, y se ha observado que interviene en experiencias sensoriales importantes (la ínsula anterior está relacionada con los sentidos del olfato y el gusto, mientras que la posterior participa en funciones somáticas motoras).

Todos para uno, uno para todos

Los sentidos interactúan entre sí potenciando, alterando o inhibiendo a otros

durante cada experiencia. Veamos algunos ejemplos:

- ✔ Una investigación desarrollada en la Universidad de Zúrich demostró que la visualización de cualquier imagen acompañada por música clásica generaba más respuestas emotivas que la presentación de la imagen sin música.
- ✔ El profesor Charles Spence (reconocido especialista en procesos multisensoriales de la Universidad de Oxford) demostró cómo el tacto, la visión y el sonido influyen en la percepción del sabor de una comida. Durante uno de sus experimentos, los participantes afirmaron que la espuma de fresa era más dulce si la saboreaban en un plato blanco que cuando lo hacían en uno negro. También se ha comprobado que si se cambia el color de un alimento, puede modificarse la sensación de sabor y aroma.
- ✔ La antropología sensorial detectó varios casos en los que el aroma determina la percepción del sabor. Por eso hay platos exquisitos para una cultura que provocan rechazo en otras, por ejemplo los caracoles, la lengua de ternera o las larvas. Lo mismo ocurre con otros tipos de información sensorial. Por ejemplo, mientras compraba en Río de Janeiro me di cuenta de que la música (de la que, sin duda, disfrutaban los brasileños) era un verdadero tormento para un grupo de turistas japoneses. Estas particularidades han propiciado un conjunto de investigaciones muy interesantes que puedes leer en la bibliografía especializada sobre antropología cultural (son geniales los trabajos de Joël Candau sobre el olfato). También encontrarás varios casos y ejemplos que enriquecen el tema en mi libro *Neuromanagement* (parte II, capítulo 4).

Los avances de la neurociencia para explicar cómo y por qué el cerebro inhibe algunos sentidos por la acción de otros, y, asimismo, cómo se potencian algunas experiencias gracias a los fenómenos multisensoriales, son muy importantes para las disciplinas y actividades que incorporan y se nutren de sus aportaciones.

Mira, escucha, siente...

Los sistemas de representación comunicacional determinan cómo se percibe, almacena y codifica la información que nos llega por los sentidos. En la cultura occidental se agrupan en tres categorías fundamentales: visual, auditivo y kinestésico. Cada persona tiene un sistema que domina sobre los demás, tanto a nivel sensorial como de representación interna, por el cual capta y registra la mayor parte de la información que recibe.

- ✔ La persona **preferentemente visual** se expresará, pensará y comunicará en términos de imágenes y formas: todo lo que pueda ver (o imaginarse mentalmente).
- ✔ La persona **preferentemente auditiva** se expresará, pensará, comunicará en términos de sonidos, ruidos, música: todo aquello que pueda oír (u oír mentalmente).
- ✔ La persona **preferentemente** kinestésica se expresará, pensará, comunicará en términos de sensaciones: todo aquello que pueda oler, tocar, saborear, en definitiva, sentir (o sentir mentalmente).

El término "preferentemente" no está destacado por casualidad, ya que el uso de un sistema no excluye la participación de otro. Por ejemplo, si un estudiante retiene mejor con la explicación verbal, es preferentemente auditivo; si necesita gráficos, esquemas o vídeos, será preferentemente visual; si no puede estudiar sin un libro en la mano o papel impreso, seguramente será kinestésico. Reconocer estas preferencias es muy importante; en el plano individual, sirve para procesar y retener la información con mayor facilidad; en la interacción con los demás, para conseguir que "nos escuchen". En mi libro *Neuroventas* encontrarás varios ejemplos que he elaborado para que los vendedores aprendan a identificar las preferencias sensoriales de sus clientes y, así, lograr que se sientan más cómodos y sean más receptivos a sus argumentos durante las entrevistas. Todos pueden serte útiles para tu vida cotidiana, por ejemplo, cuando negocias con tus hijos o, mejor dicho, cuando "ellos" negocian contigo, cuando quieres presentar una idea en tu trabajo, cuando necesitas que tu pareja entienda por qué te gusta esto o aquello.

Por ejemplo, la neuroeducación avanza en el diseño de técnicas de estimulación multisensorial para facilitar el aprendizaje; si escribes "gastronomía multisensorial" en un buscador de Internet comprobarás hasta qué punto se utilizan estas aplicaciones; si observas un anuncio de televisión o escuchas atentamente los de radio te darás cuenta de que la mayoría de los mensajes se

dirigen a todos los sentidos a la vez.

En el mundo del neuromarketing —al cual he dedicado varios años y numerosos libros—, se trabaja para que un producto tenga no sólo un aspecto adecuado, sino también aroma, sonido y experiencias táctiles incorporadas, y lo mismo sucede con los servicios: ningún local comercial tendrá éxito si no utiliza una estrategia multisensorial.

En busca de la conexión perdida

Alicia y María caminaban por la bella península de Yucatán, en México, y de repente se les cruzó un lagarto grande. Como no estaban acostumbradas a estos animales, ambas se asustaron. Al volver de sus vacaciones, nos contaron esta experiencia, pero no lo hicieron del mismo modo. Las dos coincidieron en que se les cruzó el gran lagarto, pero después cada una construyó conceptos más abstractos en función de su propia percepción. Para ello, su cerebro asoció, mediante un proceso de encadenamiento progresivo de sus redes neuronales, el significado de "lagarto", de "grande" y de "lagarto grande".

Por ejemplo, la idea de "lagarto" está conectada con un concepto más general, "animal" y, al mismo tiempo, con otro más específico, "reptil". En esto coincidieron las dos. Sin embargo, "lagarto grande" era un bicho enorme, horrible y peligroso para Alicia mientras que, para María, connotaba belleza, ternura o simpatía.

Esto se debe a que la percepción sensorial cuenta con dos particularidades: por un lado, establece relaciones de interacción entre el individuo y su entorno; por el otro, determina la construcción cerebral del conjunto de significados que otorga a cada aspecto. Como el ser humano codifica la información que percibe del medio ambiente mediante las categorías que necesita para organizar conceptos, el cerebro las agrupa de diversas maneras. Si lo que percibe es completamente nuevo, creará un neurocircuito o modificará uno ya existente. Ten presente lo siguiente:

- ✔ Los procesos de percepción están estrechamente relacionados con los mecanismos de neuroplasticidad.
- ✔ Las redes neuronales se modifican a medida que el individuo incorpora nuevos conceptos al percibir información a través de los sentidos.
- ✔ Las representaciones que se organizan en su mente no son imágenes fieles del entorno, sino construcciones internas determinadas por la interacción entre un hecho u objeto, la percepción y la interpretación

individual, mediante las cuales la persona crea su propia visión del mundo. Lo que creemos ver, oler, sentir, tocar o degustar no siempre es lo real.

- ✔ Los sentidos no son simples sensores anatómicos, son vías sensibles a determinados valores, costumbres y creencias.

Percepción consciente y metaconsciente

Uno de los objetivos de la neurociencia es conocer cómo son los procesos conscientes y no conscientes que hacen que los estímulos que recibimos se transformen en una percepción unificada:

- ✔ Un estímulo sensorial se percibe de forma metaconsciente cuando el consciente no registra que se está produciendo este proceso, por ejemplo, cuando alguien sumergido en la lectura de un libro no oye las conversaciones que se producen a su alrededor.
- ✔ Un estímulo sensorial se percibe de forma consciente cuando se registra en el presente, por ejemplo, cuando se escucha atentamente una canción y se presta atención a la letra.

La **percepción metaconsciente** (que también se conoce como no consciente, inconsciente o subliminal) es un fenómeno sensorial mediante el cual el cerebro capta gran cantidad de información que procede del entorno de manera simultánea sin que seamos conscientes de este proceso.

Probablemente, el sistema metaconsciente se haya desarrollado por las dificultades del consciente para captar el enorme flujo de información que procede del entorno, lo cual supera su capacidad para procesarla.

A la inversa, la **percepción consciente** es limitada, ya que puede atender a un máximo de siete variables o ítems de información de manera simultánea, utiliza un solo canal sensorial cada vez y reconoce cualquier tipo de estímulo (a no ser que, conscientemente, se decida aplicar más de un canal a la vez):

✔ Cuando una persona escucha, oye.
✔ Cuando mira, ve.
✔ Cuando toca, siente.

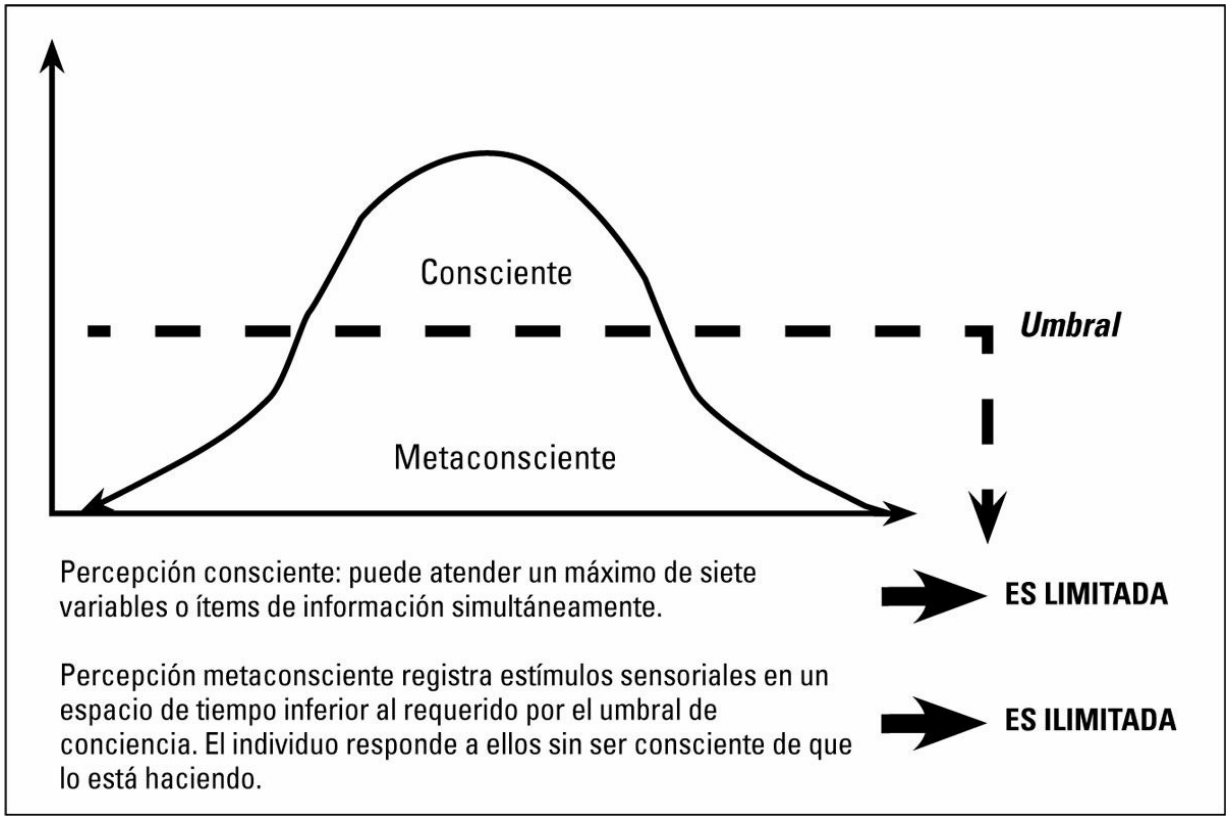


Figura 10-2:
Percepción consciente y metaconsciente

Veamos ahora algunas interesantes investigaciones que he seleccionado para profundizar en el tema de las percepciones consciente y metaconsciente:

✔ En la Universidad de British Columbia, Ronald Rensink elaboró la

hipótesis de que el sistema visual humano posee, al menos, dos subsistemas sensoriales: uno de carácter consciente, encargado de acumular las imágenes, y otro no consciente, capaz de adquirir y contrastar patrones dinámicos al percibir la luz que llega a la retina (sin tener que generar imágenes). A raíz de estas investigaciones, otros especialistas observaron que la percepción visual no consciente influye en la capacidad de anticipación del individuo, y que aquellos que tienen este sentido especialmente desarrollado pueden identificar un cambio de comportamiento en el entorno segundos antes de que se produzca.

- ✔ En 1917, el precursor en estas investigaciones, Otto Pötzl, descubrió que un grupo de personas expuestas a una serie de dibujos complejos durante una fracción de tiempo tan pequeña que era imposible su reconocimiento consciente, manifestaban varias fantasías vinculadas a fragmentos de dibujos a los que habían estado expuestos, pero que "no habían visto".
- ✔ Durante una investigación realizada en el Hospital de la Pitié-Salpêtrière, en Francia, se demostró que los procesos mentales no conscientes pueden alcanzar niveles muy abstractos. Para llegar a estas conclusiones, y siguiendo la línea trazada por Pötzl, se aplicó una técnica de presentación subliminal que consistió en una serie de *flashes* con palabras cuya duración no permitía que los participantes tuvieran tiempo de leerlas de forma consciente. Los significados eran de tres tipos: amenazantes, neutros y alegres.

  Mientras recibían los *flashes*, se observó actividad eléctrica en la amígdala, aunque estaba claro que nadie podía leer esas palabras. En los tres casos se detectó una respuesta relacionada con el valor emocional de las palabras que se había percibido de forma no consciente. Con el fin de validar sus resultados, realizaron otra experiencia con el tiempo suficiente como para que las palabras pudieran ser leídas, es decir, percibidas conscientemente. Los resultados demostraron que la región del cerebro que se activaba era la que se había iluminado cuando éstas llegaban de modo subliminal.

Estos experimentos, sumados a otros que se realizan en diferentes países, revelan que existen procesos mentales que preceden a la toma de conciencia sobre determinados aspectos de la realidad. Aparentemente, el cerebro realiza un tratamiento preliminar de la información, para lo cual usa procesos que están por debajo del umbral de conciencia.

Las áreas de asociación y la construcción cerebral de la realidad

Las áreas de asociación del cerebro se ocupan de integrar e interpretar información que recibimos a través de los sentidos (vista, oído, olfato, gusto y tacto). En el nivel más alto, estas áreas intervienen en funciones cognitivas elevadas, como el pensamiento, la memoria y el razonamiento. Por ello, los seres humanos podemos formarnos una percepción particular ante cada estímulo que recibimos y esto explica (en parte) por qué un mismo acontecimiento puede suscitar diferentes interpretaciones.

Por ejemplo, el área de asociación ubicada en el lóbulo prefrontal se relaciona con la planificación y el pensamiento abstracto. Del mismo modo, en el lóbulo parietal se encuentran las áreas que se utilizan para leer y hablar. Por ejemplo, al leer un texto en voz alta, el cerebro convertirá la información en patrones relacionados con el habla y se ocupará de activar un centro del lóbulo frontal para que la corteza motora mueva la lengua, los labios y demás músculos que se necesitan para la expresión oral ¡todo esto ocurre en milisegundos!

Como puedes ver, prácticamente todos los procesos del cerebro son complejos, extraordinarios y fascinantes a la vez, y la implicación de las áreas de asociación en la construcción cerebral de la realidad se debe, en parte, a que en todo proceso de percepción existe una mediación (normalmente no consciente) de los filtros o mapas mentales. Sin duda, cada ser humano ve lo que quiere ver y oye lo que quiere oír, y día a día se emprenden investigaciones que corroboran neurológicamente estas afirmaciones. Ya no hay dudas de que interpretamos el mundo en función de lo que nos interesa o de aquello en lo que creemos.

La parte negativa sería que estas construcciones se enraízan con el tiempo hasta convertirse en canales de percepción predominantes que definirán los pensamientos y acciones, a no ser que se hagan conscientes y se trabaje para evitar que distorsionen la visión de la realidad.

El poder del pensamiento

Hasta ahora hemos visto ejemplos relacionados con información tangible, como abrir el grifo, regular la temperatura del agua y disfrutar de una ducha. Sin embargo:

- ✔ El cerebro no distingue entre lo que ocurre en la realidad y lo que, por propia voluntad, una persona instala en su mente.
- ✔ La realidad se construye por la fuerza de los pensamientos.
- ✔ La relación entre el tipo de pensamiento de un individuo, su conducta y los logros que obtiene en la vida ha sido comprobada científicamente en varias ocasiones.

Por ejemplo, si te propones sentir frío o calor, seguramente lo lograrás. Es suficiente con que te imagines que estás en una habitación cerrada a una temperatura de 40 grados (en el primer caso) o escalando una montaña en Alaska sin la ropa adecuada (en el segundo). Lo mismo ocurre con las emociones: si evocas sucesos tristes, sentirás tristeza; si evocas situaciones que te han provocado rabia, rabiarás. En cada emoción que experimentes notarás una repercusión a nivel corporal si consigues registrar conscientemente lo que ocurre en tu organismo. Como puedes ver:

Además del procesamiento de la información del entorno, en la construcción cerebral de la realidad intervienen estados internos del individuo que generan un proceso inverso: su medio ambiente está determinado por sus pensamientos predominantes.

Cuando la percepción de un hecho se mezcla con información que procede de recuerdos o de creencias, se actúa en consecuencia. Bateson lo explica de la siguiente manera: “Cualquier objeto o suceso emerge al recortarlo del resto. Sin embargo, un objeto o suceso existe únicamente en el cerebro de cada persona, que selecciona la realidad percibida en función de sus propias creencias y condicionamientos”.

Si eres negativo, lo verás todo negro. Esto, que quizá te haya dicho tu abuela cuando no existían los escáneres cerebrales, lo ha comprobado la neurociencia una y otra vez. Por eso, vale la pena el esfuerzo para dirigir la mente hacia

acontecimientos positivos. Es cierto que nadie puede manipular una emoción como la angustia si atraviesa una situación personal muy dolorosa. No obstante, cuando no se está en una situación límite, el uso del pensamiento para revertir los estados de ánimo negativos ofrece muy buenos resultados, más aún, el hábito del pensamiento optimista es una de las variables más poderosas para la salud del cerebro.

Por ejemplo, durante una de mis últimas investigaciones relacionada con la base biológica de la felicidad, llegué a una conclusión importante: cuando el cerebro no recibe estímulos placenteros, puede haber un déficit de dopamina que llegue a provocar un estado de anhedonia, que literalmente significa 'ausencia de hedonismo'. Este estado se caracteriza por:

- ✔ Incapacidad de experimentar placer y disfrutar.
- ✔ Aburrimiento.
- ✔ Depresión.

El cerebro "sufre" si no recibe estímulos placenteros, y genera situaciones como las siguientes:

- ✔ Escasa o nula activación de los sistemas de recompensa.
- ✔ Déficit de dopamina.
- ✔ Dificultades en el ejercicio de las funciones ejecutivas.

La dopamina (encontrarás más información sobre ella en el capítulo 4, donde se aborda el tema de los neurotransmisores) participa en numerosas funciones (las más importantes están relacionadas con la emotividad, la conducta motora y la afectividad). Los sistemas de recompensa del cerebro son, básicamente, centros liberadores de dopamina.

Las investigaciones en neurociencias permiten establecer un correlato entre el déficit de este neurotransmisor y los estados de angustia e infelicidad. Además, este déficit puede generarse con el pensamiento.

En cuanto a las funciones ejecutivas (cuyas características se describen en el

capítulo 7), se ha comprobado que la dopamina influye en su rendimiento, ya que interviene en parte de la información que fluye hacia los lóbulos frontales. Si se alteran sus niveles, pueden verse afectadas las funciones que dependen de la atención, la memoria de trabajo, la resolución de problemas y la toma de decisiones. Otra estructura que puede modificarse por estados crónicos de angustia es el núcleo caudado.

Por ejemplo, en 2007, un grupo de investigadores del Instituto Douglas de Montreal publicó un experimento realizado con 29 voluntarios para analizar cómo se inscribe la felicidad en el cerebro. Al estudiar las imágenes, se determinó que el núcleo caudado era más pequeño de lo normal en las personas infelices.

Esta estructura se encuentra en las profundidades del cerebro, en los ganglios basales. Está inervada por neuronas dopaminérgicas y es intensamente estudiada si se quieren curar las adicciones. Ello permitió descubrir que tiene un activo papel en situaciones que provocan placer, desde la alimentación hasta el sexo (como veíamos en la figura 3-1 del capítulo 3).

En síntesis, lo que quiero destacar es que el pensamiento, además de regular los estados de ánimo, tiene la capacidad de modelar al cerebro debido al fenómeno de neuroplasticidad. Por lo tanto, si quieres tener un cerebro sano, activo y rápido a la hora de procesar, almacenar y recuperar información de tu memoria, debes tener muy presente su influencia.

Recuerda:

- ✔ Los seres humanos atraen hacia ellos lo que evocan sus pensamientos dominantes. Esta dominancia puede ser constructiva, neutral o destructiva.
- ✔ El pensamiento tiene un enorme poder: si alguien piensa que siente dolor, su cuerpo “realmente” lo experimentará; si se ríe y piensa que es feliz, su cerebro “realmente” lo será.

Por ejemplo, durante uno de mis viajes a Oriente pude ver a budistas que lograban controlar su fisiología hasta el punto de no sentir frío con temperaturas

medioambientales inferiores a 0 grados, y sé (lo he comprobado) que un alérgico que inhala agua creyendo que es un broncodilatador experimenta una disminución de los síntomas, como opresión en el pecho o dificultades respiratorias.

El *efecto placebo* —el fenómeno por el cual las personas se sienten mejor después de tomar un medicamento creyendo que va a aliviar su malestar, cuando en realidad están ingiriendo una sustancia inocua—, demuestra la capacidad del pensamiento para disminuir o eliminar el dolor. Uno de los especialistas que ha estudiado este tema es Brian Knutson, de la Universidad de Stanford, en Estados Unidos. Durante una de sus investigaciones observó que un falso fármaco hacía que un grupo de personas aquejadas por un dolor más o menos duradero experimentaran un súbito y notable alivio debido a las expectativas que habían depositado en el medicamento.

Es decir, no sólo el entorno modela el cerebro; la neuroplasticidad controlada permite lograr cambios de manera simple, enfocando la atención en un pensamiento determinado.

Si te concentras y visualizas una postura o una acción determinada, tu pensamiento puede condicionar la respuesta de tu cuerpo tal como lo haría la postura física si, en vez de imaginarla, la adoptaras. Muchos deportistas utilizan este método para mejorar sus habilidades.

En síntesis: la primera batalla contra el fracaso o la mala calidad de vida no se libra en las universidades, tampoco en los ámbitos laborales, sociales y familiares. Se libra en el terreno de la mente.

A estas alturas, aunque ya te hayas hecho una idea (sobre todo si has leído los capítulos anteriores), quizá te preguntes cómo hacerlo. No es complicado, lo único que necesitas es voluntad y decisión para debilitar los "músculos" de los pensamientos negativos y ejercitar los positivos. Por ejemplo, en el Brain Decision Braidot Centre, una institución que fundé y dirijo, se desarrollan y aplican distintas estrategias de regulación emocional. Estas técnicas tienen el objetivo de activar estructuras cerebrales, específicamente prefrontales, encargadas de inhibir y modular los estados emocionales dominados por estructuras subcorticales, entre ellas, la amígdala, y a aumentar la actividad del lóbulo frontal izquierdo.

En todos los casos existe una base empírica de investigaciones realizadas por

las neurociencias, tanto las que realizamos con la colaboración de instituciones especializadas como las que proceden de diferentes países y se basan en otras técnicas. En este sentido, destaco especialmente la aportación de Richard Davidson, de la Universidad de Wisconsin (Estados Unidos), sobre los efectos biológicos de la meditación, que produce cambios en el cerebro asociados a emociones positivas.

En un experimento, las neuroimágenes revelaron que, durante la práctica de la meditación, se produce un aumento de la actividad del lóbulo frontal izquierdo (donde se procesan las emociones positivas) y, al mismo tiempo, se reduce la activación del polo derecho (en la misma zona). Como quienes utilizan más la parte izquierda necesitan menos tiempo para eliminar emociones negativas, se demuestra que esta técnica ofrece muchos beneficios.

En la parte V, principalmente en el capítulo 20, encontrarás varias técnicas que te ayudarán a ser consciente de tus pensamientos y controlarlos de forma positiva. La neurociencia ha comprobado la eficacia de estas herramientas que sirven para controlar los buenos pensamientos y neutralizar los malos. Así no sólo conseguiremos aquello que nos propongamos, sino también, y fundamentalmente, obtendremos una mejor calidad de vida.

Capítulo 11

La inteligencia: cómo desarrollarla y potenciarla

En este capítulo

- Te presento las verdades absolutas y relativas sobre la inteligencia
- Descubrirás los factores innatos y adquiridos en el desarrollo de un cerebro inteligente
- Conocerás las múltiples capacidades de la inteligencia

Creo que "inteligencia" es una de las palabras que más se utiliza en la vida cotidiana. Por ejemplo, en las encuestas sobre las características que debería tener un hombre ideal, la mayoría de las mujeres colocan en primer lugar la inteligencia. Cuando responden hombres, este atributo suele no ocupar el primer lugar, pero siempre está entre los tres primeros.

Los padres quieren hijos inteligentes, los abuelos son felices si sus nietos obtienen logros relacionados con la inteligencia, los jefes quieren equipos de trabajo inteligentes y las organizaciones pretenden ser cada día más inteligentes.

Uno de mis amigos, experto en biotecnología, me aseguró que la existencia de bancos de esperma de individuos categorizados como de "brillantes" es real. Al margen de las consideraciones éticas, hay mujeres que pagan fortunas para ser inseminadas artificialmente con espermatozoides de hombres inteligentes, como científicos, economistas y académicos. Mi amigo no tiene pruebas, pero es un secreto a voces que si una mujer quiere ser fecundada con el semen de un Premio Nobel puede hacerlo, siempre que pueda pagarlo.

La inteligencia es, también, un atributo que se busca en productos y servicios: hay casas inteligentes, edificios inteligentes, coches inteligentes, gafas inteligentes, neveras inteligentes... Se habla incluso de calzado inteligente, como el diseñado para cambiar de color según la ocasión.

Quizá esto último te parezca exagerado, pero más de una vez me he

preguntado si en veinte o treinta años (quizá menos) quedarán en el mundo productos que no sean inteligentes y, en el ámbito organizacional, si podrán trabajar personas que no sean inteligentes.

Ahora bien, y aquí introduzco el tema del próximo apartado: ¿cómo puede conceptualizarse la inteligencia?

Q ué es la inteligencia

En el libro *¿Qué es la inteligencia?* (Sternberg y Detterman) se presentan más de dos docenas de definiciones elaboradas por expertos de diferentes campos. Prácticamente ninguno duda de la existencia de un correlato neurofisiológico y emocional en la actividad intelectual y la visión contextualizada de la inteligencia, en el sentido de que los factores culturales, sociales y emocionales influyen en su desarrollo.

Hoy por hoy, pretendemos encontrar respuesta a muchas de las preguntas que continúan abiertas sobre el tema, y hay grandes expectativas relacionadas con los descubrimientos sobre neurogénesis (formación de neuronas nuevas) en el cerebro adulto, un tema que he tratado en el capítulo 5. De momento, se ha comprobado que el cerebro es un órgano que cuenta con partes diferenciadas y que cada una de las inteligencias del ser humano está vinculada con neurocircuitos identificados. Por lo tanto, y como afirma Howard Gardner, la inteligencia puede definirse como "un conjunto diferenciado de capacidades que es gobernado y regulado desde un conjunto diferenciado y exclusivo de zonas cerebrales".

Más aún, sobre la base de datos empíricos que revelan que los sistemas nerviosos difieren en la velocidad y eficacia con que reciben, procesan y emiten información, hay quienes opinan que estas características podrían explicar por qué hay personas más inteligentes que otras. (Si quieres profundizar en este aspecto, lee el recuadro "La conectividad neuronal como indicador de inteligencia".)

Si bien son muchas las ideas sobre la inteligencia y proceden de una diversidad de corrientes de pensamiento, la mayoría de los modelos que se han elaborado para analizarla confluyen, en general, en una especie de dicotomía:

✔ La inteligencia tiene una estructura unitaria, es decir, existe una sola

inteligencia general.

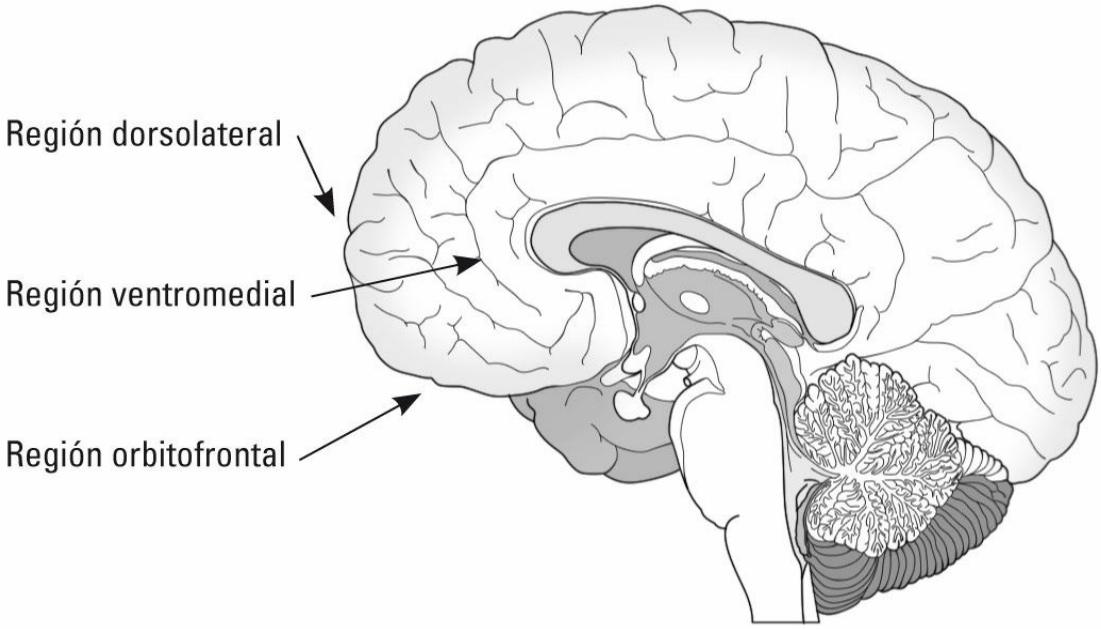
✔ La inteligencia es múltiple: el ser humano cuenta con varias facultades intelectuales relativamente independientes que se pueden modificar o desarrollar mediante los estímulos adecuados.

La conectividad neuronal como indicador de inteligencia

En 2012, el *Journal of Neuroscience* publicó una investigación de la Universidad de Washington, San Luis, que confirma el importante rol de la corteza prefrontal en el ejercicio de las funciones ejecutivas (coordinación de pensamientos, acciones y metas, y toma de decisiones) y su vinculación con determinados tipos de inteligencia.

En este estudio, el cerebro de los participantes fue observado mediante resonancia magnética funcional (fMRI) en dos etapas: mientras descansaban y mientras realizaban tareas que les exigían razonar rápidamente y utilizar el pensamiento abstracto. En el segundo caso, se observó una mayor actividad en la corteza prefrontal izquierda y, paralelamente, niveles más altos de conectividad neuronal.

Al visualizar la actividad cerebral en esta región, podemos predecir si un individuo es más inteligente que otro, pues la velocidad de procesamiento de la información (uno de los indicadores más importantes de la inteligencia) depende de cómo se comunica la corteza prefrontal con el resto del cerebro.



Coincido con la segunda opinión, no sólo por lo que he investigado, sino también por mis observaciones y, fundamentalmente, por los resultados de las evaluaciones preliminares que implementamos en nuestro gimnasio del cerebro: hay personas sumamente hábiles para cualquier actividad visoespacial y otras que son torpes en ese sentido. Hay jefes con una inteligencia emocional fantástica y otros que fracasan por esta carencia. En lo personal, estoy seguro de que la inteligencia es un fenómeno que abarca varias capacidades. Como dice Howard Gardner (autor de la teoría de las inteligencias múltiples):

- ✔Los seres humanos tenemos la capacidad para adquirir conocimiento y aprender de muchas maneras: a través del lenguaje, del uso del cuerpo, del análisis abstracto, de la intuición, de la representación espacial, de las emociones, del pensamiento musical y de una comprensión de los demás y de nosotros mismos.
- ✔ Cada forma de aprender tiene su correlato en la existencia de diversas inteligencias que pueden potenciarse si se aplican estímulos significativos (puede hacerse a lo largo de toda la vida).

Asimismo, la existencia de personas con discapacidades evidentes para el aprendizaje de cosas sencillas y, al mismo tiempo, con habilidades sorprendentes para las deducciones más difíciles, como ocurre con los autistas, pone en duda la concepción de la inteligencia como una función unitaria de la mente.

Aun así, algunas corrientes de pensamiento siguen defendiendo la concepción tradicional, acotando la inteligencia a la aptitud para razonar, elaborar planes, resolver problemas, interpretar ideas complejas y aprender con rapidez, con lo cual se evita el componente emocional de la inteligencia.

Por ello, y en mi opinión:

- ✔Además de las habilidades intelectuales necesarias para razonar, resolver problemas, crear y adaptarse al medio ambiente, la inteligencia también se mide por la capacidad para comprender las propias emociones, interpretar los sentimientos de los demás y controlar empáticamente las relaciones interpersonales.
- ✔ Como es una función activa de la mente, la inteligencia puede estimularse y desarrollarse.

Esta opinión resume en cierto modo mi propio concepto sobre inteligencia, que amplío y desarrollo en los siguientes apartados.

Componentes de base y componentes adquiridos

La neurociencia ha demostrado en numerosas ocasiones que los factores relacionados con la anatomía cerebral son la base de la inteligencia. Si bien se ha observado un correlato entre ésta y determinadas características morfológicas (como las variaciones en el engrosamiento de la corteza cerebral y la densidad de conexiones neuronales en determinadas zonas), es fundamental tener en cuenta que el cerebro se moldea constantemente durante el transcurso de la vida por el fenómeno de la neuroplasticidad. Veamos algunos casos:

- ✔ En 1989 comenzó una investigación sobre una muestra de 307 niños que vivían en un barrio de Washington (Bethesda) a quienes se tomaron imágenes del cerebro a medida que crecían (durante diecisiete años). Se observó que el cerebro de los considerados muy inteligentes se desarrollaba con un patrón diferente y que algunas partes de sus lóbulos frontales eran más grandes comparados con los que tenían habilidades cognitivas medias.
  Este proyecto (cuyos resultados se publicaron en la revista *Nature*) lo

inició Judith Rapoport, del Instituto Nacional de Salud Mental de Estados Unidos, para comprobar un descubrimiento previo según el cual ciertas zonas del lóbulo frontal que se ocupan del pensamiento de mayor nivel son más grandes en las personas más inteligentes. Se concluyó que el cerebro de los niños con una inteligencia superior es más moldeable o modificable y que, gracias a la neuroplasticidad, estas diferencias anatómicas podrían tener su origen en otros factores, como los estímulos intelectuales y emocionales que recibieron durante el crecimiento.

✔ Durante una de las últimas investigaciones sobre el cerebro de Einstein (que confirma descubrimientos descritos en el capítulo 1) se compararon las fotografías que se obtuvieron tras su muerte con las del cerebro de 85 personas de edad y características físicas similares.

Se observó que, aunque el tamaño y la forma eran normales, el cerebro del científico presentaba diferencias notables en el sistema somatosensorial, la zona prefrontal y las cortezas parietal, temporal, occipital y motora primaria. Asimismo, en los lóbulos frontales había un número excepcional de pliegues, lo que puede explicar su extraordinaria capacidad para resolver problemas de física (debido a la posibilidad de realizar más conexiones entre neuronas). Esta investigación fue dirigida y publicada por Dean Falk (Estados Unidos) en la revista *Brain*.

Lo que no se puede saber es si Einstein vino al mundo con estas características o si su cerebro fue moldeado por la neuroplasticidad. Si bien esta segunda opción es ineludible (seguro que su dedicación a las actividades en las que se centró la mayor parte de su vida modificó su cerebro), son válidas las opiniones de algunos especialistas para quienes esta inteligencia extraordinaria es el resultado de ambos factores, innatos y adquiridos.

✔ Las personas con síndrome de sabio *(savants)* son objeto de numerosas investigaciones. Quienes padecen este síndrome tienen discapacidades para el aprendizaje y la ejecución de tareas muy sencillas. Normalmente, su coeficiente intelectual es bajo, sin embargo, son sorprendentes en algunas tareas, como las que implican memorizar, calcular, la música o el dibujo. La mayoría son autistas y, como puedes ver en el cuadro sobre autismo y anatomía cerebral de este capítulo, además de indagar en el origen neurofisiológico de sus extraordinarias capacidades, se está experimentando con algunas técnicas, entre ellas, la estimulación magnética transcraneal, para estudiar la posibilidad de que una persona normal pueda desarrollar algunas de las habilidades de los *savants*.

Autismo y anatomía cerebral. Aplicaciones al desarrollo de inteligencia

El autismo es uno de los temas que más interés ha despertado en el estudio de la inteligencia relacionada con la anatomía cerebral. Los autistas no entienden a otras personas porque no pueden relacionar sus propios movimientos con los que ven en los demás, no tienen capacidad para atribuir un estado mental o inferir una emoción en otra persona, tampoco el tono de voz o las expresiones faciales, y evitan el contacto visual. Sin embargo, muchos tienen capacidades que no sólo sorprenden, también apasionan y desvelan a la ciencia: algunos memorizan una guía telefónica completa, otros desarrollan capacidades artísticas increíbles y normalmente pueden realizar cálculos matemáticos como si fueran un ordenador: en segundos y sin errores.

¿Has visto la película *Rain Man*, en la que Dustin Hoffman realizó una de sus más brillantes interpretaciones? ¿Recuerdas la escena en el casino? No es ficción; de hecho, la enorme capacidad de algunos autistas con los números siempre ha llamado la atención. Por eso es uno de los temas que ha despertado más interés en el estudio de la inteligencia y puede llegar a sorprendernos, dadas sus aplicaciones al desarrollo cerebral de individuos sanos.

Por ejemplo, en el Centro para la Mente (asociado a la Universidad de Sídney, en Australia) se descubrió que, mediante la estimulación magnética transcraneal, es posible lograr que algunos individuos con limitaciones intelectuales comprendan teorías científicas y adquieran conocimientos considerados complejos. Estas investigaciones tuvieron como punto de partida la curiosidad por el caso de personas autistas que destacaban por su talento. Una de las hipótesis es que, si una zona del cerebro no desempeña bien sus funciones porque está dañada o inhibida, otra comienza a soltarse, a desplegar sus habilidades. Se comprobó: al aplicar la técnica de estimulación transcraneal para desactivar transitoriamente algunas zonas del hemisferio izquierdo (donde están los centros del habla), se observó que el 40% de los participantes adquirió extraordinarias habilidades intelectuales en 15 minutos.

Uno de los casos estudiados con pacientes autistas es el de James Hemper Pullen, que poseía habilidades excepcionales para la escultura. Al investigar la anatomía de su cerebro, se observó un notable desarrollo de las regiones posteriores y una marcada atrofia de los lóbulos temporales y frontales.

Ya hemos demostrado la importancia de la anatomía cerebral. De hecho, una persona que tiene dañados sus lóbulos frontales no puede procesar rápidamente la información para encontrar las relaciones entre los hechos, una de las manifestaciones de la inteligencia. Aquí tienes una verdad absoluta.

En el caso de las personas sanas, las características físicas del cerebro constituyen "una base desde la cual se parte", ya que la inteligencia, subrayo, no sólo está determinada por el sustrato biológico, sino también por componentes adquiridos mediante estímulos emocionales, sociales y culturales.

Verdades absolutas y relativas sobre la inteligencia

Para la filosofía, existen muchas verdades que dependen de factores físicos, psicológicos o culturales que influyen en la construcción que las personas hacen sobre lo real; por lo tanto (y como posición filosófica), el relativismo considera que la verdad está relacionada con el sujeto que la experimenta. Esta concepción es totalmente compatible con lo que en neurociencias se denomina *construcción cerebral de la realidad* (tema del que hemos hablado en el capítulo 10), ya que cada sujeto ve el mundo en función de lo que percibe e interioriza y en ello tiene una influencia enorme el entorno.

Partiendo de esta premisa, *inteligencia* es un concepto relativo: además de lo que traemos en los genes (en el capítulo 5 se aborda el tema de la herencia) y de las condiciones fisiológicas del cerebro, es difícil definir la inteligencia sin considerar la capacidad de adaptación de una persona a diferentes ambientes. Y no me refiero únicamente a la cultura, sino también a la habilidad para sortear los inconvenientes que se presenten en cada momento de la vida.

Un alemán en Groenlandia

Una de las discusiones polémicas sobre la inteligencia se desató tras una publicación de Richard Lynn (de la Universidad del Ulster, en Irlanda del Norte, autor del libro *Race differences in Intelligence*) según la cual los alemanes son los europeos más inteligentes. Lo criticaron con fuerza. Eckhard Winderl afirmó: "Un alemán podría morirse en Groenlandia, ya que carece de los conocimientos necesarios para diferenciar los treinta tipos de hielo que existen allí, y posiblemente tampoco sabría qué hacer en el África subsahariana, cuyos habitantes conocen cientos de tipos distintos de nubes y de vientos para pronosticar, por ejemplo, si tendrán agua".

Winderl demuestra una vez más el tema del relativismo en la inteligencia, ya

que cualquier definición, por amplia que sea, termina siendo acotada, ya que el medio ambiente influye no sólo en el desarrollo de las redes neuronales (como explico en el capítulo 5, en la sección dedicada a la neuroplasticidad), sino también, y fundamentalmente, en el del tipo de inteligencia que cada ser humano necesita para sobrevivir.

Gardner analiza el tema del relativismo de una manera muy interesante y aboga por la importancia de adoptar una perspectiva intercultural debido a que, como él dice: "Una misma inteligencia se puede emplear en diferentes culturas con unos sistemas de roles y valores muy distintos". Como cada cultura ha desarrollado sistemas religiosos, místicos o metafísicos para abordar las cuestiones existenciales, él utiliza el ejemplo de un chamán y de un yogui para explicar que la inteligencia también está relacionada con las competencias sociales que requiere cada grupo humano.

Al analizar los distintos puntos de vista de Oriente y Occidente, deduce que en las sociedades influidas por Confucio se considera que las diferencias en las capacidades intelectuales no son muy grandes y que el rendimiento de las personas se explica, básicamente, por su esfuerzo, una idea con la que, en sus tiempos, también parecía coincidir Darwin. En Occidente, sigue razonando Gardner, se ha apoyado más la postura de que la inteligencia es innata y que poco podemos hacer para alterar el potencial intelectual con el que venimos al mundo, una posición que la neurociencia ha puesto en jaque en muchas ocasiones.

Por último, y en relación con las verdades absolutas, estoy convencido de que éstas no existen. En este apartado me refiero concretamente a afirmaciones que tienen una constatación empírica a nivel anatómico. Por ejemplo, es indiscutible que un individuo que sufra lesiones en zonas importantes de su cerebro tendrá dificultades en el desarrollo de determinados tipos de inteligencia. Lamentablemente, esto se ve con claridad en las secuelas de los accidentes cerebrovasculares.

"El ajedrez procura una suerte de inteligencia que sirve únicamente para jugar al ajedrez." ¿Verdadero o falso?

La frase que titula este apartado no es mía, se atribuye a Miguel de Unamuno (escritor y filósofo español) y constituye, en mi opinión, un concepto muy interesante y, a la vez, "relativo". La inteligencia no es un fenómeno unitario, pero existen conexiones entre los diferentes tipos de inteligencia. Comencemos por ver un caso relacionado, precisamente, con el ajedrez:

Durante una investigación realizada en el Hospital Universitario de Valencia se organizaron dos grupos de adultos cuya edad oscilaba entre cincuenta y siete y ochenta y siete años. El grupo A aprendió y jugó al ajedrez durante doce meses. En dicho período, el grupo B realizó otras actividades que exigían poca energía cerebral. Al realizar la evaluación final, se observó que los participantes de este último grupo no experimentaron cambios en su rendimiento cerebral, mientras que en el grupo A el 65% obtuvo resultados que se calificaron como espectaculares, a saber: mejora de las habilidades visoespaciales, mayor rapidez en el procesamiento de información, mayor agilidad mental para tomar decisiones. Paralelamente, el experimento (además de desmitificar la concepción de que el ajedrez es sólo para personas inteligentes) mejoró la inteligencia social de los participantes.

Por lo que se refiere a mi experiencia, basándome en los resultados que obtienen los participantes en mi gimnasio del cerebro para constatar que el entrenamiento neurocognitivo y emocional, independientemente de la técnica que se emplee, puedo afirmar que siempre es beneficioso para el desarrollo de todas las inteligencias pues:

- ✔Obliga a trabajar intensamente a los dos hemisferios cerebrales.
- ✔ Mejora la memoria, la atención y la concentración, lo cual evita la interferencia emocional en el trabajo de las funciones ejecutivas.
- ✔ Desarrolla habilidades para resolver problemas y aumenta la capacidad para las matemáticas y la física.
- ✔ Mejora el pensamiento creativo. Tras doce semanas de entrenamiento (de media), los participantes obtienen mejores resultados en las evaluaciones en creatividad.
- ✔ Los ejercicios dirigidos a la corteza prefrontal mejoran las actividades de planificación y autoevaluación.

Estos beneficios impactan en los diferentes tipos de inteligencia que, sin duda, están interrelacionados. No es casual que los deportistas, que dependen

principalmente de la corporal-cinestésica y visoespacial (te explico sus características en el próximo apartado), se preocupen tanto por mejorar las funciones ejecutivas del cerebro y, a su vez, por lograr un óptimo control emocional.

Sin duda, cuando el cerebro se ejercita se mantiene en forma, al igual que el cuerpo. Consecuentemente, funcionan mejor los sistemas de memoria, la velocidad de procesamiento de la información es mayor, y se puede razonar, pensar y decidir con más claridad y rapidez.

Por lo tanto, y en conclusión, el ajedrez permite el desarrollo de un tipo de inteligencia que sirve para jugar al ajedrez y, paralelamente, facilita el desarrollo de habilidades relacionadas con varios componentes y tipos de inteligencia.

La inteligencia, un fenómeno de capacidades múltiples

Esta idea de que la inteligencia no es unitaria ya hace tiempo que corre por el mundo. Por ejemplo, en el siglo XVI (mucho antes de que Howard Gardner publicara sus excelentes trabajos sobre el tema), Juan Huarte de San Juan (filósofo y médico español) escribió una obra que tituló *Examen de ingenios para las ciencias.* Allí explicaba su teoría sobre las diversas facultades mentales que poseen las personas, haciendo hincapié en que determinados individuos tenían algunas muy desarrolladas. Además de calificar el conocimiento en función de su dependencia de la memoria, la comprensión o la imaginación, sostuvo que en cada persona intervienen factores internos y externos y que no todas son iguales desde el punto de vista de su capacidad intelectual.

Dos siglos después, el antropólogo inglés Francis Galton (primo de Darwin) se interesó por la inteligencia creativa y realizó estudios sobre hombres que se consideraban genios. Durante sus investigaciones, se concentró en las capacidades que diferenciaban a una persona de otra desde una perspectiva biológica y adaptativa. En su opinión, los seres humanos estaban dotados con varios tipos de habilidades naturales.

En realidad, la existencia de varios tipos de inteligencia en el ser humano salta a la vista. Por ejemplo, si dejas de leer y piensas en tus amigos,

seguramente encontrarás ejemplos de todas las tipologías que describo en el siguiente apartado.

Howard Gardner partió del paradigma cognitivo para avanzar en la explicación de cada una de estas capacidades. Según este paradigma, la mente humana genera diversas representaciones de los sucesos que pueden analizarse como módulos mentales. Gardner pensó que era posible encontrar en estos módulos el sustrato neuroanatómico de los distintos tipos de inteligencia que constituyen su teoría. Coincidiendo con su visión, y dado el avance que se ha generado en las neurociencias, estoy convencido de que es difícil pensar en una capacidad cognitiva sin un correlato neurobiológico.

Por ejemplo, Gardner realizó varios estudios en personas con características especiales, como niños con un gran talento en diferentes manifestaciones del arte y adultos que habían perdido parte de sus capacidades cognitivas a consecuencia de daños cerebrales. Las observaciones realizadas en estos últimos le hicieron deducir que algunas lesiones podían afectar a algunos de los tipos de inteligencia que detectó —por ejemplo, la verbal—, sin interferir en el desarrollo de otras, como la numérica o espacial. También notó que ciertas capacidades variaban de una persona a otra.

Buscó un modelo de inteligencia compatible con estas observaciones, ya que los vigentes en aquel momento no le parecían idóneos para explicar las diferencias individuales en las aptitudes cognitivas, y llegó a la siguiente conclusión: "Existen diferentes tipos de inteligencia que se manifiestan en las formas en que los individuos adquieren, retienen y manipulan la información del medio y demuestran sus pensamientos a los demás: la lingüística, la lógico-matemática, la corporal-cinestésica, la musical, la espacial, la naturalista, la interpersonal, la intrapersonal y la espiritual".

Tomando su teoría, que intento enriquecer con mis aportaciones, podemos categorizar las diferentes inteligencias en estos tipos:

- ✔ **Inteligencia lingüística:** Implica una habilidad especial en el empleo del lenguaje hablado y escrito, la capacidad para aprender diferentes idiomas y usar el lenguaje para lograr determinados objetivos. Tienen inteligencia lingüística algunos políticos, los abogados (principalmente los defensores) y los grandes oradores (entre otros). Esta inteligencia comprende también el poder mnemotécnico del lenguaje, es decir, la capacidad para recordar información y relacionarla, y la habilidad para transmitir conocimientos (típica de los profesores y académicos).
- ✔ **Inteligencia visoespacial:** Es la inteligencia que ostentan físicos, ingenieros y todos los que tienen habilidades para percibir las formas, movimientos, rotación de figuras y creación de imágenes mentales.

Por ejemplo, si quieres ser arquitecto, además de artista (gran parte de la belleza del planeta la han diseñado estos profesionales), debes tener habilidades visoespaciales. Sin ellas, te costará diseñar planos y maquetas o hacer un bosquejo para tu cliente. También sucede con el desarrollo de otro tipo de inteligencias.

- ✔ **Inteligencia lógico-matemática:** La utilizamos para calcular y resolver problemas lógicos y matemáticos. Este tipo de inteligencia puedes observarlo en físicos como Einstein, economistas como Samuelson o en cualquiera de los creadores de las grandes obras de ingeniería del mundo.
- ✔ **Inteligencia corporal-cinestésica:** La característica principal de este tipo de inteligencia es la habilidad para dominar el cuerpo, tanto para expresarse a través de él como para alcanzar diferentes metas. Un ejemplo que cita Gardner es el del formidable mimo francés Marcel Marceau, capaz de comunicar una historia completa por medio de gestos, expresiones faciales y movimientos corporales. También cuentan con un alto nivel de desarrollo de este tipo de inteligencia los atletas, deportistas y bailarines, dominan su cuerpo a la perfección. Un ejemplo de desarrollo extraordinario de esta inteligencia puede observarse en cualquier función del Cirque du Soleil: los movimientos corporales de los artistas se caracterizan por una increíble precisión y belleza.
- ✔ **Inteligencia musical:** Abarca un conjunto de habilidades que se revelan en las diferentes expresiones de los individuos a través de la música, como componer, cantar, dirigir una orquesta, tocar muy bien un instrumento o saber escuchar. Durante la formación, las neuronas generan conexiones en función del tipo de estímulos que reciben. Esto significa que si un niño aprende a tocar un instrumento de muy pequeño, las neuronas que participan en los procesos de comprensión, interpretación y ejecución de la música tendrán más conexiones que las de un niño que no haya recibido esta estimulación.

  Cabe destacar que, si bien aprendemos mucho más rápido a tocar un instrumento a los cuatro o cinco años, y rara vez olvidamos lo que aprendimos en la infancia, el mundo está lleno de personas que se han adentrado en la música siendo adultas y estos cambios también podrían observarse en su cerebro si se hicieran una tomografía computerizada.
- ✔ **Inteligencia interpersonal:** Se revela en quienes logran establecer relaciones armónicas y productivas con los demás, y está estrechamente relacionada con la empatía, con la capacidad para conectar con el otro y lograr un compromiso en el que casi siempre

interviene un componente afectivo. En este sentido, la inteligencia interpersonal incluye la capacidad de "ponerse en el lugar del otro" mediante una actitud de escucha activa que facilite la comprensión no sólo de sus necesidades, sino también de sus sentimientos y estado de ánimo. Esta inteligencia comprende tanto las relaciones sociales como las que se mantienen en la vida afectiva (pareja, hijos, amigos).

- ✔ **Inteligencia emocional:** Implica la capacidad de sentir, entender, controlar y modificar estados emocionales en uno mismo y en los demás. No se trata de reprimir las emociones propias ni las ajenas, sino de dejarlas fluir, dirigirlas y equilibrarlas inteligentemente. El nivel idóneo de inteligencia emocional se mide en función de la calidad de la relación que una persona es capaz de establecer consigo misma y con los demás, por eso está estrechamente relacionada con la inteligencia social e intrapersonal.
- ✔ **Inteligencia naturalista:** Se distingue por la habilidad para identificar, reconocer y clasificar las especies (flora y fauna), como también otros elementos de la naturaleza: el viento, las tormentas y las mareas. Dado que estos conocimientos permiten distinguir lo que es útil o inocuo de lo que puede ser dañino o peligroso, los individuos que cuentan con estas capacidades son muy valorados en una comunidad.

  En el ámbito laboral, la inteligencia naturalista es necesaria en diversos sectores, entre ellos, agroindustria, ganadería, energía, biotecnología, alimentación, jardinería y pesca.

  Las investigaciones han descubierto que la inteligencia naturalista se revela en ciertas partes del lóbulo frontal implicadas en la denominación y etiquetado de objetos naturales, como los animales y plantas. Estas partes son diferentes de las que están implicadas en la misma función cuando se trata de objetos artificiales (como un producto) o humanos (como la figura de un hombre o de una mujer).
- ✔ **Inteligencia espiritual:** Aunque esta denominación te haga pensar en un budista, una monja o un sacerdote, lo cierto es que esta inteligencia no se limita a las manifestaciones religiosas, ya que incluye varias particularidades.
- ✔ Gardner propone tres connotaciones para la palabra "espiritualidad": inquietud por las cuestiones cósmicas o existenciales (¿quiénes somos?, ¿de dónde venimos?, ¿qué nos depara el futuro?, etcétera), consecución de un estado del ser (los yoguis y meditadores están más capacitados para experimentar determinados fenómenos espirituales), y el efecto en los demás (por ejemplo, las personas que llevan una vida dedicada al altruismo, como los médicos de Médicos sin Fronteras y las personas que trabajan en las zonas más pobres de África).

Durante una investigación realizada por científicos de la Universidad de Pensilvania en la que participaron monjes tibetanos y franciscanos (entre otros religiosos), Andrew Newberg y Eugene d'Aquilli descubrieron que el estado de meditación y la relajación mental desactivan zonas cerebrales vinculadas al universo físico. Durante momentos de oración y meditación que fueron observados mediante una técnica de escaneo cerebral (Spect) se corroboró que la actividad del cerebro se intensificaba en la parte frontal durante los momentos de concentración y, paralelamente, disminuía la activación en una región de los lóbulos parietales que se ocupa de la ubicación espacial. El descubrimiento del neurocircuito de la inteligencia espiritual ha dado lugar a varias investigaciones en el campo de la moderna neuroteología. De momento, se ha descubierto que existe una relación entre la inteligencia espiritual y la salud, ya que estas prácticas mejoran el sistema inmunológico.

✔ **Inteligencia social:** La inteligencia social se manifiesta en el trato cotidiano que establecemos con todas las personas con las que nos relacionamos: compañeros de trabajo, de deporte, alumnos, profesores, amigos... incluso con desconocidos. Este concepto no sólo incluye la capacidad para generar relaciones satisfactorias con otros individuos (componente de la inteligencia emocional), sino también las habilidades que permiten detectar actitudes no deseadas y anticiparse a sus consecuencias.

Cuando una persona dice, por ejemplo, "Esta persona no me parece de fiar", o "Parece una persona honrada", está aplicando un tipo de inteligencia intuitiva que ha aprehendido al vivir en sociedad. Más aún: las relaciones sociales tienen un efecto biológico: quienes no logran vivir en armonía con su entorno son propensos a experimentar emociones negativas, como rabia, desesperanza, estrés o depresión, lo cual revela que la ausencia de inteligencia social es capaz de hacerte enfermar. Asimismo, y paralelamente, quienes se lesionan determinadas partes de su cerebro pueden carecer de este tipo de inteligencia. Veamos unos ejemplos:

- En la Universidad Carnegie Mellon se realizó un experimento dirigido por el profesor Cohen en el que participaron 151 mujeres y 125 hombres a quienes se expuso al virus del resfriado. Previamente, se habían organizado dos grupos. En el grupo más introvertido, el

62% enfermó, mientras que en el otro, formado por personas que tenían relaciones sociales en varias de las categorías establecidas por el experimento, el porcentaje de resfriados fue del 35%. La conclusión del profesor Cohen es que las buenas relaciones sociales inmunizan a las personas, un tema con el que estoy totalmente de acuerdo porque también lo he observado en las instituciones en las que investigo.

- Cuando hay lesiones neurológicas en determinadas áreas, los trastornos en la conducta social son evidentes. Uno de los casos más populares en neurociencias es el de Phineas Gage, un empleado de los ferrocarriles a quien una barra de metal le atravesó el cráneo en un accidente de trabajo. Antes del accidente, Gage era un hombre agradable, con una mente equilibrada, capaz para llevar a cabo sus planes, organizado y respetado por sus colegas. Después, se convirtió en un individuo con una conducta social inapropiada. En términos de su médico, John Harlow (quien lo atendió después del accidente), "había perdido el alma".

Como en la inteligencia social es fundamental la capacidad de reproducir en el cerebro un estado emocional similar al del individuo con el que se interactúa, es necesario que los mecanismos de interpretación de los signos relevantes estén sanos, principalmente las zonas donde residen las neuronas espejo. Ya hemos visto que los autistas no tienen la capacidad para atribuir un estado mental o inferir una emoción en otra. Lo mismo les ocurre a quienes han sufrido una lesión importante en áreas relacionadas con la cognición.

Supongo que, después de este capítulo, ya lo tienes claro:

- ✔ Tú no tienes una, sino muchas inteligencias.
- ✔ Si te lo propones, puedes desarrollarlas y potenciarlas todas.

Si te interesa desarrollar tus inteligencias, en la parte V encontrarás algunas ideas para conseguirlo.

Las inteligencias múltiples de Leonardo da Vinci

Los avances producidos en las ciencias, básicamente en la psicología cognitiva y la neurología, son muy prometedores para superar el encapsulamiento que supone considerar la inteligencia como una capacidad unitaria o un factor general. Asimismo, el primer punto débil del concepto tradicional es la idea de que las habilidades de razonamiento verbal y lógico-matemático reflejan la inteligencia de un individuo, y el segundo, que el hombre nace con un potencial que determinará su camino en la vida.

Hoy sabemos que la herencia genética es sólo un factor de base, una especie de plataforma de lanzamiento, ya que el cerebro es flexible, tiene potencial para procesar (aprender) aproximadamente 7 bits de información por segundo durante casi toda la vida, y capacidad para realizar una cantidad infinita de conexiones sinápticas. Por lo tanto, cualquier persona que se proponga desarrollar su potencial abriendo las puertas de su metaconsciente para percibir más y mejor, podrá aumentar su inteligencia. Así lo hizo Leonardo da Vinci, partiendo de lo que se conoce como sus siete principios:

1. Curiosidad: Para que el aprendizaje sea un proceso continuo.

2. Demostración: Para sustentar el conocimiento con la experiencia, la persistencia y la voluntad de aprender de los errores.

3. Sensación: Para vivir cada experiencia mediante el refinamiento constante de los sentidos.

4. Desvanecimiento: Para aceptar la ambigüedad y la incertidumbre.

5. Arte y ciencia: Para establecer el equilibrio entre la ciencia y el arte, entre la lógica y la imaginación.

6. Corporalidad: Para cultivar la gracia, la salud y el equilibrio.

7. Conexión: Para reconocer y apreciar la interconexión de todas las cosas y los fenómenos que están a nuestro alrededor.

¿Crees que estos principios tienen algo que ver con la inteligencia concebida como un factor unitario o general? Pues no.

Capítulo 12

Cerebro femenino, cerebro masculino

En este capítulo

- Te presento las diferencias neurobiológicas según el sexo
- Verás cómo influye el sexo en la percepción, en la construcción cerebral de la realidad, en el procesamiento cerebral de la información y en la conducta
- Profundizaré en el impacto de la cultura y la educación en el cerebro de hombres y mujeres

¿Por qué la mayoría de los hombres prefieren las películas de vaqueros, las policíacas y las bélicas y las mujeres se inclinan por los dramas o el cine romántico? Excepto en el caso de los especialistas y cinéfilos, la mayor parte de las pequeñas broncas al revisar la cartelera se desatan porque "él" se aburre si no hay suspense y acción, mientras que "ella" encuentra esos géneros poco interesantes, a veces demasiado salpicados de sangre o vacíos de contenido.

Durante mis conferencias sobre el tema, algunas participantes han cuestionado estas afirmaciones. Una vez, una señorita me dijo que jamás cambiaría *Pulp Fiction*, *Kill Bill* o cualquier otra película del genial Quentin Tarantino por una historia de amor o de conflictos familiares y existenciales. Y tiene razón, pero sólo porque hay excepciones (de hecho, una de mis películas favoritas es *Cinema Paradiso*, considerada una historia de amor).

Las investigaciones revelan que en las preferencias según el sexo suele haber notables mayorías, y la realidad lo constata: es suficiente con fijarse en los pilotos de Fórmula 1 o en los participantes del famoso Rally París-Dakar para darse cuenta de que, entre el público, hay más hombres que mujeres. Y a la inversa, si vas a una clase de danza terapéutica oriental verás que la mayor parte de los grupos están integrados por "ellas", y lo mismo sucede en las clases de ballet clásico y en reuniones de alta costura.

Si bien en las inclinaciones intelectuales y espirituales no es posible trazar una línea, ya que el compromiso y la profundidad con la que se afrontan los diferentes aspectos de la vida no admiten distinción sexual, en la vida cotidiana se observan interesantes diferencias.

Por ejemplo, muchos más hombres que mujeres prefieren ver deportes por televisión, salir de caza o de pesca, leer revistas sobre los últimos avances tecnológicos y engrosar su caja de herramientas cada vez que van al supermercado. Del mismo modo, muchas más mujeres que hombres suelen ir a la peluquería, compran revistas de decoración o diseño, estudian psicología en vez de ingeniería, invierten en cirugía estética y son más romanticonas.

En una primera aproximación al tema, puede deducirse que estas diferencias se deben a factores socioculturales, y es cierto. Gracias a la neuroplasticidad (de la que hablo en el capítulo 5), tanto el cerebro masculino como el femenino se forma anatómicamente en función de las influencias que recibe del entorno.

Sin embargo, la neurociencia ha corroborado en numerosas investigaciones que existen componentes neurobiológicos que diferencian el cerebro masculino del femenino, y que estas diferencias influyen en la percepción, el estilo y tipo de pensamiento, la forma de procesar la información (cognitiva y emocional), la toma de decisiones y la conducta.

Por qué los niños no juegan con muñecas

La biología no es inmune a los estímulos socioculturales, al contrario. Debido al fenómeno de neuroplasticidad, las sociedades esculpen el cerebro de hombres y mujeres desde temprana edad, según el tipo de ideología y cosmovisión de cada segmento de adultos y educadores.

Por ejemplo, en el mundo occidental, los chicos se familiarizan con el conflicto desde pequeños, cuando les regalan soldaditos, espadas, pistolas o muñecos con forma de monstruos. Estas claves culturales determinan la morfología de su cerebro, ya que, cada vez que un niño juega a la guerra, se van creando los neurocircuitos asociados a ese tema.

Ello explica (en parte) por qué las zonas relacionadas con la agresión son mayores en el cerebro masculino, mientras que las habilidades relacionadas con la empatía, es decir, con la capacidad de ponerse en el lugar del otro y sintonizar con sus emociones, están más desarrolladas en el femenino. De hecho, si te fijas en un escaparate de juguetes para niñas, repleto de muñecas, cunitas y objetos de color de rosa, encontrarás muchos ejemplos que te ayudarán a comprender cómo la cultura contribuye a modelar su cerebro femenino.

Aun así, hay algunas preferencias aparentemente innatas, no producto del fenómeno de neuroplasticidad asociado a factores culturales, como se ha creído

hasta hoy.

Por ejemplo, los resultados de una investigación realizada de forma conjunta por profesores de la Universidad de Londres y de la Universidad de Texas permitieron descubrir que algunas preferencias de juguetes según el género no son producto de la socialización. Durante el experimento, realizado con simios de uno a cuatro años, se incluyeron juguetes típicos de chicos (camiones, coches), juguetes típicos de niñas (muñecas) y juguetes o entretenimientos neutros (libros, entre otros).

Mediante una medición del tiempo que cada sexo pasaba con los distintos juguetes, se observó en los machos una preferencia por los considerados masculinos y, en las hembras, por los considerados femeninos. Con respecto a los neutros, ambos sexos los usaron el mismo tiempo. Dado que, obviamente, los animales no pueden verse influidos por estímulos socioculturales, se deduce que la inclinación de uno y otro sexo hacia diferentes juguetes puede deberse a diferencias biológicas innatas.

En opinión del neurobiólogo alemán Gerald Hüther, autor del ensayo *Hombres, el sexo débil y su cerebro*, lo que marca la diferencia entre hombres y mujeres comienza antes del nacimiento y es una concentración hormonal diferente: testosterona en el varón; estrógenos y progesterona en la mujer. Sobre este tema profundizo en el siguiente apartado (subrayo que la afirmación de Hüther la comparte una amplia mayoría de la comunidad científica).

Iguales pero diferentes, el punto de partida

Las diferencias entre el cerebro del hombre y de la mujer se inician en el desarrollo fetal, a las ocho semanas de gestación. Semanas antes, los embriones masculinos y femeninos son prácticamente iguales. El desarrollo de las características masculinas lo determina un gen exclusivo del cromosoma Y, que genera la transformación de las gónadas del embrión en testículos. Si este cromosoma no está, se desarrollan los ovarios.

A partir de la semana 8, la acción de las hormonas sexuales causa la diferencia de sexo en el cerebro, tanto en la morfología como en las funciones, así que, tanto hombres como mujeres, nacen con circuitos que los caracterizan.

Estas diferencias no tienen relación alguna con la inteligencia, sino con la forma de percibir y procesar la información sensorial que llega al cerebro.

Investigarlas permitirá aplicar una base científica para que ellos y ellas (si quieren) puedan elegir las actividades que mejor se adapten a su potencial neuronal, contribuyendo al desarrollo de capacidades innatas y, a su vez, a mejorar su actividad.

Características e influencia de las diferencias neurobiológicas

A la hora de analizar las diferencias neurobiológicas entre el cerebro del hombre y el de la mujer, como su comportamiento en las diferentes etapas de la vida, el factor más importante es el vinculado con el sistema endocrino.

La influencia hormonal determina la formación de un cerebro como masculino o femenino, y también predispone a ambos sexos para desarrollar capacidades concretas.

Por ejemplo, un mayor nivel de testosterona (hormona masculina) influye en un mayor desarrollo del hemisferio derecho, del que dependen las habilidades visoespaciales (aquellas en las que se destacan los varones) y aumenta la predisposición para agredir.

En el caso de la mujer, los niveles bajos de esta hormona permiten que sus células cerebrales desarrollen más conexiones en los centros de comunicación y en las áreas que procesan emociones. Esto influye en su predisposición para armonizar en los diferentes ámbitos en los que actúa y está relacionado, a su vez, con sus habilidades innatas para la empatía.

Asimismo, y al igual que el masculino, el cerebro femenino se ve afectado por las hormonas en las distintas etapas de la vida, pero de forma más intensa y variada. Esto hace que la realidad neurobiológica de una mujer no sea tan constante como la de un hombre, ya que puede cambiar en menos de un día.

Asimismo, hombres y mujeres presentan diferencias morfológicas en determinadas estructuras, como el cuerpo calloso, la amígdala y el hipocampo (observa la figura 3-1, del capítulo 3, para ver dónde se sitúan, dentro del cerebro), entre otras. Aunque estas diferencias no pueden catalogarse como condicionantes, tienen una importancia que no podemos eludir, pues repercuten en la conducta.

En los siguientes apartados analizaré las particularidades más conocidas de hombres y mujeres, aunque quiero dejar claro desde el principio que siempre hablaré de medias y de mayorías representativas, pues las excepciones pueden

ser significativas. De hecho, muchas mujeres son extraordinarias para entender y diseñar sistemas (una habilidad en la que el cerebro masculino suele ser superior) y muchos hombres destacan por sus capacidades empáticas y de oratoria (para lo cual está mejor dotado el cerebro femenino).

El cerebro de ella

Las siguientes son algunas de las características del cerebro femenino, tanto en lo morfológico como en lo funcional, que revelan diferencias en el procesamiento de la información cognitiva y emocional:

La capacidad para memorizar es mayor en la mujer, principalmente la fijación de recuerdos con contenidos emocionales

Durante una investigación dirigida por Thomas Crook (uno de los principales especialistas sobre el deterioro de la memoria) en la que participaron más de cincuenta mil personas, las mujeres revelaron mayor capacidad para recordar listas y para asociar el nombre de una persona con su rostro. También se ha comprobado que la mujer puede evocar recuerdos emocionales más rápidamente que el hombre y que los fija durante más tiempo. Por ejemplo, en un experimento en el que se estudió la activación cerebral en un grupo expuesto a estímulos visuales de contenido emocional neutro o negativo, los primeros los recordaban mejor las mujeres.

En otra investigación se analizó la activación cerebral mientras participantes de ambos sexos miraban vídeos con dos tipos de contenidos: hostiles y neutrales. La respuesta femenina fue más intensa en el caso de los hostiles (en las mujeres se activaba la amígdala izquierda, mientras que en los hombres se activaba la derecha). Cabe señalar que, en las mujeres, el nivel de actividad en la amígdala izquierda se relaciona con la probabilidad de que la situación emotiva se recuerde, mientras que la actividad en la amígdala derecha no se relaciona con la fijación del recuerdo.

Asimismo, las regiones implicadas en la reacción emocional en el cerebro femenino coinciden con las áreas que participan en la codificación de la memoria episódica (tema sobre el que puedes leer en el capítulo 14), lo cual contribuye a explicar por qué a la mujer le es más fácil expresar sus emociones y evocar recuerdos emocionales con mayor intensidad y detalle vivencial que el hombre. De hecho, la amígdala desempeña un papel activo en la vida emocional de ambos sexos, pero es más grande en el cerebro masculino. Sin embargo, ante

estímulos de contenido idéntico o similar, tiene mayor activación en el cerebro femenino.

En síntesis: los resultados de las investigaciones evidencian que el cerebro emocional de la mujer es más activo que el del hombre, y que esta sensibilidad influye en la memoria a largo plazo. Como los recuerdos de contenido emocional son muy resistentes al paso del tiempo, difícilmente una mujer olvidará algo que le afectó.

El cerebro femenino está mejor estructurado que el masculino para el desarrollo de la empatía emocional

Desde muy pequeñas, en las mujeres se puede observar con claridad la empatía emocional: antes de que cumplan un año, las niñas captan los estados de angustia o tristeza de otras personas más que los niños y ello se refleja en su conducta. De hecho, una de las estructuras cerebrales más importantes en la formación de la memoria, el hipocampo, es más grande en la mujer, como también los circuitos cerebrales que registran la observación de las emociones de los demás.

Por ello, normalmente las niñas se acercan y actúan cariñosamente con quienes perciben que están tristes o angustiados. En el caso de los recién nacidos, las niñas responden más que los niños cuando oyen el llanto de otro bebé.

Esta aptitud natural (el cerebro femenino es superior al masculino en la cantidad de neuronas espejo, por lo tanto, es más empático y comunicativo) también puede explicar el efecto de contagio emocional que se observa entre mujeres. En síntesis:

Empatía cognitiva (él) y empatía emocional (ella)

La **empatía cognitiva** implica la capacidad de conocer lo que otro siente o piensa sin que ello genere un sentimiento asociado a dicho estado. Por ejemplo, cuando alguien registra que otra persona está mal pero lo procesa como un dato de la realidad (no siente pena ni se preocupa).

La **empatía emocional** es la capacidad de sentir algo similar a lo que siente el otro, por ejemplo, cuando se experimenta pena al observar tristeza en el rostro de un vecino o de un compañero de trabajo.

Los hombres utilizan más los neurocircuitos relacionados con la empatía

cognitiva, mientras que las mujeres activan predominantemente los responsables de la empatía emocional, y lo hacen desde muy pequeñas: durante los primeros tres meses de vida, su capacidad de contacto visual y observación de rostros (en la que superan a los niños) crece en un 400%.

Las investigaciones sugieren que los hombres tienen una menor respuesta empática en comparación con las mujeres y, normalmente, éstas experimentan y relatan con mayor intensidad sus estados emocionales. Por ello, si cuando una pareja experimenta una emoción desencadenada por el mismo hecho pudiéramos introducirnos en su cerebro, veríamos que hay mayor actividad en el femenino.

El cerebro femenino desarrolla más las áreas del lenguaje

A lo largo de la evolución, y debido a la llamada *memoria genética*, la mujer consiguió desarrollar más las zonas cerebrales relacionadas con el lenguaje. En la actualidad, las niñas se desenvuelven mejor que los niños cuando comienzan a leer y escribir y logran mejores calificaciones en ortografía y gramática. Posiblemente, esta ventaja se deba a que el cerebro femenino emplea ambos hemisferios para la lectura, mientras que el masculino sólo utiliza el derecho.

Por ejemplo, entre los estudiantes que participaron en el examen de ingreso de la Universidad Andrés Bello (Chile, año 2012), las mujeres obtuvieron la máxima puntuación en pruebas de lenguaje, 67%, más del doble que los chicos (que lograron un 33%). En líneas generales, y con algunas variaciones, estas puntuaciones son similares a las que se obtienen en otros países si hablamos “de media”. De hecho, si investigas a quienes hicieron historia en matemáticas, encontrarás algunos extraordinarios cerebros femeninos, como los de Emmy Noether, Sophie Germain, Ada Byron y Sonia Kovalévskaya (entre otros).

Las áreas del lenguaje son entre un 20 y un 30% mayores en el cerebro femenino. A este hecho se debe (en parte) que la mayoría de las mujeres supere a los hombres en pruebas de lenguaje, velocidad lectora e interpretación de textos, asimilación de matices emocionales en éstos y escritura creativa. Estas capacidades, sumadas a sus habilidades empáticas, les otorgan una excelente plataforma para desarrollar habilidades de comunicación.

La sensibilidad en situación de crisis, estrés y evaluación es mayor en la mujer

Aunque ambos sexos suelen experimentar emociones con la misma profundidad, hay diferencias en su comportamiento. En el caso de la ira, el hombre puede actuar de manera agresiva y terminar a golpes. La mujer, en cambio, tiende al autocontrol o a la introspección, incluso a la represión, lo cual le provoca estados de angustia y la predispone al estrés. Al ser más sensible, procesa los aspectos emocionales de forma más profunda.

Esta mayor sensibilidad ha sido comprobada por las neurociencias en varios experimentos. Por ejemplo, durante una actividad sobre expresiones calificadoras, las neuroimágenes reflejaron que sus reacciones eran más intensas en comparación con las de los hombres.

Cuando una mujer experimenta algo que la conmueve profundamente, es normal que no pueda concentrarse en otra cosa porque su cerebro emocional tiene reacciones más intensas y aletargadas en comparación con el masculino. Por eso el hombre puede concentrarse en un partido de tenis o para estudiar aunque acabe de discutir con su pareja.

Particularidades del cerebro femenino

♀ Está mejor estructurado para el desarrollo de empatía y la creación de lazos de amistad.

♀ Tiene mayor capacidad que el masculino para recordar rostros y reconocer matices emocionales en los tonos de voz.

♀ Es superior al masculino para el lenguaje y el procesamiento auditivo de la información.

♀ Su capacidad de memoria supera a la del hombre en todas las franjas etarias. La memoria emocional es más potente y perdurable.

♀ Tiene mayor capacidad de relación amplia, por ello la mujer hace mejor que el hombre varias cosas a la vez.

♀ Tiene mejor comunicación entre hemisferios.

♀ Utiliza más la empatía cognitiva.

♀ La sensibilidad ante situaciones de crisis, estrés y expresiones calificadoras es mayor.

♀ Reacciona con más intensidad que el masculino ante estímulos displacenteros.

El cerebro de él

En la vida cotidiana, es común que la conducta de la mujer se relacione con las fluctuaciones de sus hormonas: “Lloras por nada”, “Ve al médico a ver si se te pasa” son expresiones habituales. Sin embargo, el hombre no es inmune a la influencia hormonal, ya que, desde antes de nacer y durante toda su vida, está “marcado” por la testosterona. Por ejemplo, si te preguntas por qué un individuo agresivo, implacable y poco tolerante se convirtió en un abuelo paciente y cariñoso, encontrarás la respuesta en los niveles de esta hormona, que comienzan a reducirse hacia los cincuenta años.

Esta disminución, acompañada por un aumento en los niveles de estrógenos y de otra hormona, la oxitocina, provoca que en la etapa de la madurez el cerebro masculino comience a parecerse al femenino en el sentido de que se vuelve más proclive a la sensibilidad emocional y a la paciencia, por lo tanto, más empático.

Las siguientes son algunas de las características morfológicas y funcionales que revelan diferencias en el procesamiento de la información, en las preferencias y en la conducta de los hombres.

El cerebro masculino está mejor estructurado que el femenino para la sistematización

De media, los hombres destacan en lógica analítica, razonamiento matemático, orden, clasificación y concentración en un tema determinado.

Esta aptitud está relacionada con la preferencia masculina por carreras como la ingeniería o la arquitectura, donde el número de hombres supera al de mujeres, y se atribuye más a características neurobiológicas que a motivos socioculturales.

La mayoría masculina también destaca en el caso del ajedrez y esto puede comprobarse buscando información sobre los mejores jugadores del mundo. Actualmente se discute si estas diferencias se deben a la mayor capacidad del hombre para las actividades visoespaciales o si su supremacía obedece a razones socioculturales.

Las zonas cerebrales relacionadas con el impulso sexual son 2,5 veces mayores en el cerebro masculino

Las principales diferencias con relación a la sexualidad se encuentran en una zona denominada INAH3, ubicada en el área preóptica media del hipotálamo. En el cerebro del hombre, esta área es más grande y contiene un mayor número de células (más del doble en comparación con el de la mujer).

También son diferentes los niveles de activación de ambos cerebros ante estímulos sexuales: la amígdala medial y el hipotálamo se activan más en los hombres que en las mujeres cuando observan imágenes de contenido erótico.

Esta configuración morfológica explica por qué la mayoría de los hombres piensan mucho más en el sexo que las mujeres, tienen más encuentros sexuales a lo largo de su vida, consumen más material de contenido erótico y les cuesta ser monógamos (cuando existe este compromiso).

El cerebro masculino es superior en el desarrollo de las áreas visoespaciales

Esta superioridad se ha observado utilizando neuroimágenes y se ha corroborado mediante investigaciones sobre la rotación mental y el control de habilidades de ubicación y percepción espacial de los objetos. En varios experimentos se observó que las mujeres necesitan más tiempo que los hombres para dar forma mental a los objetos. Es decir, las mujeres tardan más en llegar a la respuesta correcta.

La superioridad para orientarse en el espacio y visualizar objetos en tres dimensiones (que algunos autores consideran resultado del fenómeno de neuroplasticidad asociado a la evolución) otorga ventaja a los hombres para realizar determinadas actividades. Por eso se observa una amplia mayoría masculina en algunas actividades como la aviación y el control aéreo.

Ellos y ellas, los detalles y los colores

Durante una investigación dirigida por Isaac Abramov en Estados Unidos, los participantes (hombres y mujeres) debían describir lo que veían usando una serie de términos previamente especificados. Se observó que los hombres superaban a las mujeres en la habilidad para captar detalles y objetos que se movían a gran velocidad (como un punto en el espacio), y que éstas tenían mayor capacidad para distinguir y fijar los colores que habían visualizado.

La superioridad masculina en la observación de los detalles se atribuye, por un lado, a la gran concentración de testosterona en la corteza cerebral y, por el otro, al fenómeno de la neuroplasticidad. Por ejemplo, el papel del hombre como cazador, que debía divisar presas a gran distancia y orientarse en enormes extensiones, fue esculpiendo su cerebro, y esas inscripciones las heredaron las generaciones posteriores. Por eso se afirma que el género masculino viene al mundo con una brújula entre sus neuronas; de hecho, una zona del lóbulo parietal, implicada en el movimiento y la orientación, está más desarrollada en el cerebro masculino.

Los hombres superan a las mujeres en la velocidad para comprender los mapas, pero recuerdan menos puntos de referencia

Cuando un hombre circula por un lugar de la ciudad que no conoce y le pide a su mujer que le indique por dónde debe ir mientras ésta mira un callejero, quizá ella tarde en darle las instrucciones o puede que se equivoque.

En cambio, si ambos ya han hecho ese recorrido, ella recordará perfectamente que tenían que girar a la izquierda después del Hotel Internacional, continuar por la misma calle hasta una gasolinera, girar otra vez a la izquierda, donde está el McDonald's, recorrer dos calles y detenerse antes de pasar la casa amarilla. Estas diferencias se deben a que el cerebro masculino y el femenino procesan esta información de modo diferente, tanto en velocidad como en la atención que prestan a los estímulos. Las mujeres tienden a describir un itinerario recurriendo a formas, figuras, objetos y colores que han memorizado, mientras los hombres se sitúan mejor con guías y mapas.

El cerebro masculino está más preparado para la guerra que el femenino

La agresividad es mayor en el sexo masculino. Se manifiesta desde temprana edad en los juegos que eligen los niños, como también en la vida adulta: las peleas entre chicos son más frecuentes, los ejércitos están predominantemente integrados por hombres y, en las cárceles, la población masculina es mayoritaria casi en todo el mundo. Si bien se tienen en cuenta las influencias socioculturales que hacen que un niño no suela elegir una muñeca para jugar, se ha comprobado que existen diferencias orgánicas que los inducen a este tipo de comportamientos en los que la testosterona desempeña un papel principal.

Asimismo, la amígdala, centro de las emociones y reguladora de reacciones de miedo y agresividad, reacciona de forma distinta (según el sexo) ante estímulos similares. Por ejemplo, durante una investigación realizada con fMRI se mostraron imágenes que contenían escenas de violencia y agresión a una muestra representativa de hombres y mujeres. Los hombres tuvieron una mayor respuesta ante las escenas violentas (que se reflejó en la activación de ambas amígdalas y la corteza occipito-temporal izquierda) mientras que en las mujeres se desencadenaron diferentes niveles de estrés.

Otros estudios revelaron una mejor respuesta en el sistema neural encargado de decodificar los estímulos agresivos en el sexo masculino (respuesta de vigilancia y orientación de la atención hacia dichos estímulos) en comparación con el femenino.

Particularidades del cerebro masculino

♂ Está mejor estructurado para crear y comprender sistemas.

♂ Supera al femenino en habilidades para la lógica analítica, el razonamiento matemático y todo lo que involucre secuencias, orden y clasificación.

♂ Tiene mayor capacidad de focalizar la atención y concentrarse en un tema determinado.

♂ Es superior en habilidades visoespaciales.

♂ Es menos sensible que el femenino al estrés psicológico y el conflicto.

♂ Las zonas cerebrales relacionadas con el impulso sexual son 2,5 veces mayores que en el cerebro femenino.

♂ Está mejor dotado para la guerra y situaciones que involucren agresión.

♂ Es más hábil que el femenino para comprender mapas.

♂ Reacciona con más intensidad que el femenino ante los estímulos placenteros.

Recapitulemos

El componente biológico, en el que destaca la influencia hormonal, ayuda a entender las tendencias de ambos sexos hacia determinadas aptitudes y explica por qué predomina un sexo u otro en diferentes ámbitos de la vida (trabajo, profesión, tipo de organización a la que pertenecen, etcétera).

Si bien los factores socioculturales inciden significativamente debido a la neuroplasticidad, la mujer viene al mundo con una muy buena plataforma para crear y mantener relaciones armoniosas y, a su vez, para generar actitudes conciliadoras cuando los conflictos son inevitables, por ejemplo, entre el padre y sus hijos. El sistema hormonal influye no sólo en sus características físicas y reproductivas, sino también en su cerebro, generando cambios que afectan a su capacidad empática, humor y conducta.

El hombre también está dominado por su sistema hormonal: “La testosterona

es la responsable de la mayoría de los efectos masculinizantes" (Rubia), y gran parte de su conducta sexual puede explicarse estudiando la anatomía de su cerebro: "Los pensamientos sexuales titilan día y noche en el fondo de la corteza cerebral visual masculina" (Brizendine). Asimismo, y como tienen procesadores más amplios en la amígdala —registra el miedo y desencadena reacciones de defensa—, están mejor equipados que las mujeres para proteger su territorio y luchar hasta la muerte cuando lo consideran necesario.

Por último, quiero destacar que lo expuesto hasta aquí, si bien tiene como punto de partida varias investigaciones científicas, es enunciativo, ya que abarcar todo lo que se ha descubierto sobre el cerebro masculino y el femenino es tan apasionante que llevaría un libro completo. Te invito a que profundices en ello recurriendo a la bibliografía especializada. Recuerda: todos los días se publican investigaciones sorprendentes. ¡No te las pierdas!

Capítulo 13

Cómo aprende el cerebro

En este capítulo

- Conocerás la neurobiología del aprendizaje
- Te explicaré qué tipos de aprendizaje hay y cómo influyen a la hora de procesar la información
- Descubrirás qué aplicaciones tienen estos conocimientos

"Si no se aprende, la sinceridad se transforma en grosería; la valentía, en desobediencia; la constancia, en caprichoso empecinamiento; la humanidad, en estupidez; la sabiduría, en confusión; la veracidad, en ruina."

Estas maravillosas reflexiones que se atribuyen a Confucio (551 a. J.C.-479 a. J.C.), sumadas a tantas otras cuyo relato excedería el objetivo de este apartado, revelan que el interés de la humanidad por aprender data desde que el mundo es mundo. Sin duda, no existe materia prima más preciosa que el potencial del cerebro para aprender, mejor dicho, "para aprender a aprender".

Siempre he estado convencido (por eso he dedicado la mayor parte de mi vida a la investigación y la docencia) de que en la expansión de la inteligencia, de la capacidad creativa y de la habilidad para tomar decisiones rápidamente y acertadas están presentes los procesos de aprendizaje.

Afortunadamente, en el siglo XXI se están multiplicando las investigaciones, y confirman que un entorno estimulante fortalece las conexiones entre neuronas, la materia prima del aprendizaje.

Paralelamente, y a la luz de una nueva disciplina, el neuroaprendizaje, se desarrollan técnicas para optimizar estos procesos tomando como punto de partida un conjunto de funcionalidades probadas: el cerebro registra y almacena datos de diversas maneras: según el contexto, la modalidad sensorial, el equilibrio biológico del momento y, fundamentalmente, el contenido emocional.

Por lo tanto, si quieres aprender con mayor profundidad, rapidez y de forma perdurable:

- ✔ Aprovecha el "precioso" material que suministran las neurociencias y sus aplicaciones.
- ✔ Incorpora un alto componente de voluntad para optimizar el trabajo de las zonas de tu cerebro implicadas en estos procesos.
- ✔ Da un nuevo significado al término "aprender".

Ten presente lo siguiente:

- ✔Aprender es percibir más allá de la mera estipulación de lo que se percibe, es mirar (además de ver), es escuchar (además de oír). El neuroaprendizaje necesita de la percepción activa.
- ✔ Aprender es convertir esa información en conocimiento nuevo, útil para la vida y el crecimiento espiritual y profesional.
- ✔ Aprender es aplicar, vivir y experimentar lo aprendido, es decir, poner en práctica la información transformada en conocimiento y convertirla en sabiduría interior.

Del aprendizaje al neuroaprendizaje

Para comprender las bases neurobiológicas del aprendizaje y, fundamentalmente, qué significa *neuroaprendizaje*, es importante que incorpores (o recuerdes, si has leído los capítulos anteriores) cinco conceptos fundamentales:

1. El aprendizaje está íntimamente relacionado con la **neuroplasticidad**.

2. La neuroplasticidad es el fenómeno mediante el cual el aprendizaje y la experiencia modifican el cerebro, ya sea de forma temporal o permanente.

3. Todo lo inscrito en el sistema nervioso a través del aprendizaje predispone a las personas a pensar, sentir y actuar de una manera concreta.

4. La optimización de las capacidades cerebrales depende, en gran parte, del trabajo con constancia para aprender a aprender.

5. El desarrollo de capacidades para generar nuevas conexiones sinápticas a través del aprendizaje y la experiencia permite vivir mejor en las sociedades modernas, donde predomina lo imprevisible.

Estos conceptos, que son hechos comprobados, constituyen la base del neuroaprendizaje, que profundiza e indaga en la enorme capacidad del cerebro para percibir, incorporar y agrupar gran cantidad de información en patrones neuronales y relacionarla.

La neuroeducación, que aplica las técnicas del neuroaprendizaje, parte de una premisa que podemos separar en tres contenidos clave:

- ✔La mente humana no es una especie de disco rígido donde la información puede, simplemente, colocarse.
- ✔ Ningún dato que entre en el cerebro es neutro; está teñido por la percepción, el contexto emocional y la información que se encuentra almacenada en los sistemas de memoria.

Los 10 trucos del neuroaprendizaje

Si quieres ayudar a tu cerebro para que aprenda con menor esfuerzo y de forma perdurable, ten presente estos 10 consejos.

El orden es enunciativo, lo importante es que los incluyas todos.

1. Practica un deporte, camina, baila... Todas las actividades aeróbicas son buenas para que el cerebro aprenda.

2. Incorpora a tu vida la gimnasia cerebral: el entrenamiento neurocognitivo impartido por profesionales es fundamental para el aprendizaje.

3. Intenta vivir en un entorno estimulante: la familiarización, las rutinas y el aburrimiento son nocivos para el cerebro. Haz diferentes actividades y diviértete.

4. Lidera tus emociones para que no bloqueen las funciones ejecutivas de las que depende la capacidad de aprender. Los gimnasios cerebrales cuentan con técnicas muy efectivas para alcanzar este objetivo.

5. Duerme bien, proporciona a tu organismo el descanso que necesita.

6. Cuida tu cuerpo: no fumes, evita las sustancias tóxicas e infórmate sobre los alimentos que favorecen a tu cerebro.

7. Evita el estrés: pide ayuda profesional si notas que estás por encima de los niveles normales.

8. Utiliza todos los recursos que tengas a mano para mejorar tu memoria. De este modo, podrás establecer rápidamente las relaciones que necesita la generación de nuevos aprendizajes.

9. Utiliza todos los sentidos para aprender: si estás acostumbrado al aprendizaje auditivo, inténtalo con el visual. Si sueles usar el visual, prueba el auditivo. Cuantas más regiones del cerebro se activen, mayor será la capacidad para procesar, sinergizar y desarrollar nuevos conocimientos.

10. Enseña lo que aprendas: transmitir conocimientos suscita el aprendizaje.

✔ Todo programa de neuroaprendizaje debe investigar los modelos del mundo de quienes aprenden y diseñar programas a medida para facilitar no sólo la incorporación de información, sino también su transformación en conocimiento nuevo y aplicable en la vida cotidiana.

Por ello, los esfuerzos se centran en investigar cómo el cerebro construye los significados y cómo se aprenden mejor nuevos conceptos y nuevas habilidades, incluyendo entre estas últimas no sólo los procedimientos sencillos, como conducir, sumar y restar o escribir sin faltas de ortografía, sino también los más complejos, como los relacionados con la toma de decisiones y la resolución de problemas difíciles.

Memoria y aprendizaje: cara y cruz

Desde el nacimiento hasta el último suspiro, los seres humanos aprenden y memorizan infinidad de cosas, la mayoría sin esforzarse en retenerlas: la información entra a través de un proceso natural que registra los datos que alcanzan un determinado umbral de significación.

De este modo, voces, objetos, rostros, lugares, sonidos, sensaciones, aromas y sabores, junto a experiencias de todo tipo y las emociones que éstas han provocado, forman la memoria.

Dado que la información nueva necesita relacionarse con la existente —por ejemplo, para formar un concepto—, el aprendizaje depende de la memoria que, a su vez, no existiría si no se produjera el aprendizaje. A nivel funcional:

La memoria retiene y acumula información

En ella está inscrito todo lo que el ser humano necesita para comunicarse con los demás, realizar cálculos, ir en bicicleta, anudarse la corbata o jugar al golf.

Puede decirse que estructura la personalidad y, paralelamente, la forma en que cada individuo responde ante las situaciones que se le presentan en la vida.

El aprendizaje modifica constantemente la memoria

Anatómicamente, las bases que determinan el comportamiento que resulta del aprendizaje se desarrolla, de media, a los seis años.

A partir de allí evolucionan progresivamente en función de factores innatos (determinados genéticamente) y adquiridos (experiencias, memoria y entorno emocional).

Por lo tanto, y en síntesis:

- ✔ La **memoria** implica la adquisición de información.
- ✔ El **aprendizaje** relaciona la conservación y la recuperación de información.

Cómo aprendemos

En neurociencias, muchos temas se cuestionan constantemente. Lo que casi no se discute es que el gran científico Donald Hebb acertó cuando, hace más de cincuenta años, señaló que los recuerdos podían almacenarse en modificaciones sinápticas, y que estas modificaciones se distribuían extensamente en el cerebro.

La aportación de Donald Hebb

Las ideas hebbianas pueden resumirse en los siguientes conceptos:

- ✔ La huella de un recuerdo fruto del aprendizaje se produce y se mantiene gracias a modificaciones celulares que primero trazan y luego consolidan la estructura de las redes neuronales.
- ✔ El aprendizaje se produce cuando trabajan simultáneamente dos neuronas conectadas entre sí.
- ✔ El funcionamiento simultáneo permite la creación de redes neuronales y actúa como factor desencadenante en la formación de los recuerdos.

Según la teoría de Hebb, la fuerza de una conexión entre neuronas (sinapsis) aumenta si las células conectadas se activan varias veces y de manera

simultánea. De este modo se van formando las memorias resultantes del aprendizaje.

Cabe destacar que, cuando Hebb elaboró su teoría, la ciencia no contaba con el equipamiento que existe en la actualidad para explorar los mecanismos cerebrales. Hubo que esperar hasta 1973, cuando Bliss y Lomo presentaron su trabajo sobre el proceso de potenciación a largo plazo (PLP), para que la teoría de Hebb se confirmase.

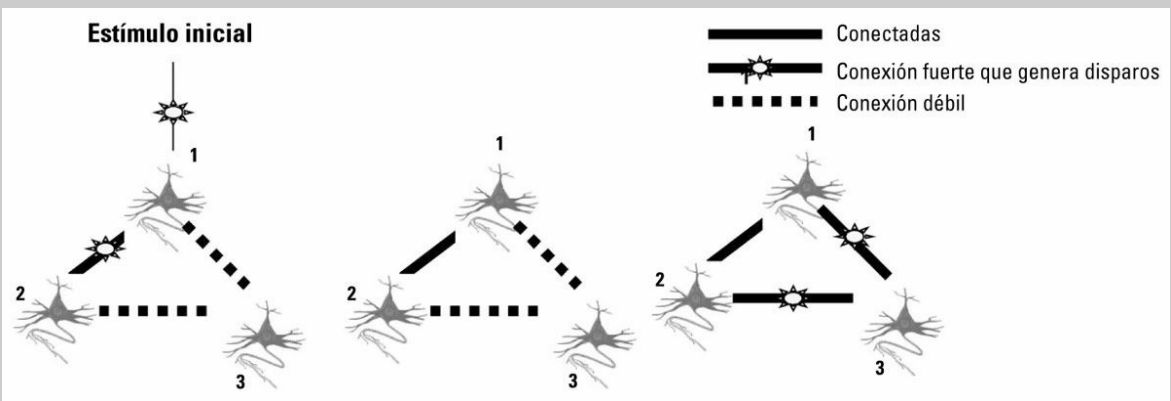
La gran aportación de Donald Hebb al conocimiento sobre el aprendizaje

Donald Hebb fue un científico escocés formado en Estados Unidos y Canadá. Se considera el fundador de la biopsicología, pues dedicó gran parte de su vida a estudiar la actividad cerebral que subyace a fenómenos entre los que se encuentra el aprendizaje.

El principio de Hebb (que también puedes encontrar como Ley de Hebb) afirma: "Cuando un axón de una célula A está lo suficientemente cerca de una célula B como para excitarla, y participa repetida o persistentemente en su disparo, se produce algún proceso de crecimiento o cambio metabólico en una o en ambas células, de modo que la eficacia de A, como una de las células que hacen disparar a B, aumenta".

Las investigaciones posteriores confirmaron que las neuronas trabajan tal como había predicho Hebb y que los recuerdos se forman a medida que se intensifica el trabajo conjunto entre neuronas que se disparan repetidamente.

El disparo de una neurona puede ser rápido o lento. Cuanto más rápido, mayor es la descarga eléctrica, lo que aumenta las probabilidades de que se dispare una neurona vecina.



Cuando una neurona vecina se ha disparado, se genera un cambio físico que la deja más sensible a una nueva estimulación que proceda de la misma

neurona que la impactó inicialmente.

Si la primera se activa otra vez durante ese período, tendrá más probabilidades de dispararse. Este segundo disparo hará que la segunda sea más receptiva, y así sucesivamente.

De forma gráfica:

Con el paso del tiempo, los disparos repetidos reúnen a las neuronas, de modo que, ante la activación de una, también se activarán todas las que antes se habían relacionado: de esta manera se forman los recuerdos que almacenan lo que se aprende a lo largo de la vida.

Potenciación a largo plazo: un fenómeno clave del aprendizaje y la memoria

La potenciación de la memoria a largo plazo o PLP es un fenómeno relacionado con la comunicación entre neuronas de la que dependen el aprendizaje y la memoria, por eso su base molecular se está investigando.

Si ya has leído el capítulo 4, sabrás que las neuronas se comunican mediante impulsos eléctricos en los que intervienen los neurotransmisores. Bliss y Lomo observaron que la estimulación eléctrica de una red neuronal que desembocaba en el hipocampo aumentaba la eficacia de la comunicación neuronal y, a su vez, modificaba la sinapsis del circuito implicado.

Cuantas más veces experimentaba una célula el mismo estímulo, más fuerte era la señal eléctrica, lo cual permitía que las células distinguieran entre información nueva y conocida.

Parece un tema difícil y es realmente complejo, así que voy a recurrir a un ejemplo para que me entiendas: ante cada estímulo sensorial se activa la corteza correspondiente: si suena el teléfono, se activan neuronas de la corteza auditiva; si lees el periódico, se activa la corteza visual (además de otras estructuras relacionadas).

Cada vez que se evoca la imagen de un teléfono o de un periódico comienzan a trabajar las neuronas que se habían activado cuando el cerebro registró ambos

objetos por primera vez.

En síntesis, éstos son los conceptos principales que debes retener para comprender el fenómeno del aprendizaje a nivel neurológico:

- ✔La potenciación a largo plazo está implicada en la formación y consolidación de los recuerdos. Este mecanismo traslada la información desde la memoria de corto plazo a la de largo plazo.
- ✔ La pérdida de memoria después del aprendizaje es enorme. Si bien durante una hora se produce un pequeño incremento en la memorización de la información que se acaba de adquirir (ya que el cerebro integra los nuevos datos), a este lapso le sigue una espectacular disminución en la que, al cabo de veinticuatro horas, el 80% de los detalles puede perderse.
- ✔ El mantenimiento de los recuerdos (si no son emocionales) depende del grado de profundidad con que se haya procesado la información durante el aprendizaje, así como de las repetidas recuperaciones que se hagan de los contenidos almacenados.

La última aclaración se debe a que el aprendizaje emocional es el más persistente y se fija de tal modo en la memoria que no necesita de la repetición consciente.

Por último quisiera destacar (con respecto a la investigación de Bliss y Lomo) que la PLP ha sido observada en otras estructuras cerebrales, además de en el hipocampo. Entre éstas se encuentra la amígdala, el cerebelo y varias zonas de la corteza.

Actualmente hay grandes coincidencias en cuanto a que puede generarse en todas las sinapsis excitatorias, que aumentan la posibilidad de que se produzca un **potencial de acción**. Estos potenciales son los impulsos eléctricos que se desplazan a lo largo de las membranas celulares llevando información.

Sin embargo, los conocimientos precisos sobre las bases neurobiológicas de este fenómeno aún no están consolidados y el proceso de investigación no es sencillo, pues la codificación de datos implica, además de estructuras anatómico-funcionales, los procesos neurobioquímicos del cerebro, que son muy complejos.

Principales tipos de aprendizaje

Las neurociencias han retomado parte de las teorías psicológicas sobre el aprendizaje para investigar en los mecanismos biológicos que subyacen a las funciones cognitivas implicadas.

En este apartado las abordaré de forma conceptual, en el capítulo 15 encontrarás algunas técnicas para mejorar el aprendizaje desde una base científica y, en la parte científica y en la parte V incluyo ejercicios que te ayudarán si te propones mejorar tu capacidad de aprender.

Aprendizaje explícito

Cuando se aborda el tema del aprendizaje, los términos "explícito" e "implícito" se refieren a los fenómenos conscientes y no conscientes, respectivamente, que operan durante los procesos mediante los cuales adquirimos conocimientos, experiencias y habilidades.

El **aprendizaje explícito** es el resultado del pensamiento consciente y es siempre intencional. No lo genera el contexto, sino los individuos, pues ellos deciden qué aprender.

Cabe destacar aquí que, si bien el aprendizaje de cualquier tarea que llegue a convertirse en habilidad es intencional y, al principio, requiere de la atención consciente, no puede considerarse explícito pues, cuando lo aprendido se codifica en la memoria de largo plazo, comienza a ejecutarse de manera rutinaria, es decir, implícitamente.

Aprendizaje implícito

El **aprendizaje implícito** se incorpora mediante un proceso de experiencia y retroalimentación y es muy resistente al paso del tiempo. Se manifiesta cuando el individuo desarrolla distintas actividades sin ser consciente de haberlas aprendido.

Los automatismos, resultado de este tipo de aprendizaje, permiten que alguien

ejecute secuencias de acciones sin detenerse a pensar que las está realizando.

Por ejemplo, cuando se aprende a ir en bicicleta, se mejora progresivamente hasta adquirir la habilidad necesaria para mantener el equilibrio, avanzar y detenerse. Cuando eso se ha incorporado, la conciencia se desplaza hasta llegar a un punto en el que la tarea se realiza de forma automática.

El aprendizaje implícito no se limita al campo de las habilidades que alguien decide aprender, sino que también abarca el conocimiento que se incorpora sin intención.

Por ejemplo, seguramente sabes cómo diferenciar a un policía de un guardia de seguridad mirando su uniforme, sin embargo, ¿te lo has planteado alguna vez? Si tu respuesta es "no", es un buen ejemplo de aprendizaje implícito no intencional.

En los siguientes capítulos abordaré las formas de aprendizaje implícito más investigadas por las neurociencias.

Aprendizaje asociativo: el condicionamiento

El principal exponente del condicionamiento fue el científico soviético Iván Pávlov, que realizó varios experimentos con perros. Observó que, si tocaba una campana segundos antes de alimentarlos, al cabo de un tiempo los animales comenzaban a salivar al oírla, aunque el alimento no estuviera allí.

Como puedes ver, la palabra "condicionado" remite a una respuesta automática generada por las relaciones que se establecen entre dos estímulos tras una experiencia repetida. Por ejemplo:

- ✔ Cuando la publicidad de la marca A estimula para que se asocie el producto con una situación placentera.
- ✔ Cuando los estudiantes se callan al oír los pasos de un profesor y se sientan en su sitio.
- ✔ Cuando el rostro serio del médico mientras lee los resultados de los análisis clínicos genera angustia en el paciente.

Lo más probable, en realidad, es lo siguiente:

- ✔ Que haya productos de otras marcas capaces de proporcionar un placer similar o superior al de A.
- ✔ Que el profesor se oponga al estricto sistema tradicional y no le importe el desorden cuando entre en el aula.
- ✔ Que la seriedad del médico se deba a un pensamiento que no tenga nada que ver con su paciente y que los análisis estén perfectos.

En el ámbito de las neurociencias (ten presente que el cuerpo teórico del condicionamiento procede de la psicología), en 1940 Donald Hebb demostró cómo opera a nivel neuronal.

Años después, Eric Kandel, en su formidable libro sobre la memoria publicado en 2007, relató un experimento similar realizado en la Universidad de Michigan por Robert Doty, quien evidencia lo siguiente: cuando existe condicionamiento, el cerebro no requiere activación de las zonas vinculadas con la motivación, sólo exige la combinación de dos estímulos.

Por ello, es importante que el ser humano esté atento, que intente ser consciente de todo a lo que está condicionado, ya que es común vincular dos sucesos que normalmente se producen juntos, a pesar de que estén relacionados por casualidad, y que ello conduzca a actuar de forma equivocada.

Aplicaciones en la vida cotidiana

Como los perros de Pávlov, que salivaban al oír la campana aunque no hubiera comida, los seres humanos vivimos condicionados.

Por ejemplo, se nos hace la boca agua ante la percepción de un aroma que anuncia algo delicioso (como el chocolate caliente o las palomitas en el cine) o corremos a comprar el último producto de Apple para disfrutarlo lo antes posible, sin averiguar si sus competidores tienen una oferta mejor.

Te invito a que hagas un listado de situaciones, personas o hechos que te condicionan y trates de encontrar el motivo. No es necesario que estén

relacionados con emociones negativas.

Piensa en todo lo que te condiciona, guarda lo que te gusta e intenta cambiar o eliminar todo lo que no quieras que esté en tu vida.

Aprendizaje no asociativo: habituación y sensibilización

A diferencia del asociativo, en el que se relacionan dos estímulos, el aprendizaje no asociativo genera cambios en la conducta debidos a la repetición de un único estímulo. Se divide en dos tipos: habituación y sensibilización.

- ✔ La **habituación** se caracteriza por la reducción o ausencia de respuesta ante un estímulo repetitivo. El cerebro se habitúa cuando aprende a ignorar el sonido del aire acondicionado o el de los coches que pasan por una autopista cercana. Es un fenómeno relacionado con la aclimatación.
- ✔ La **sensibilización** opera en sentido opuesto: en vez de pasar por alto un estímulo, el cerebro intensifica su respuesta, pues, durante una experiencia anterior, un estímulo similar resultó intenso o nocivo.

  Por ejemplo, cualquier persona se puede alterar si escucha, de repente, un sonido similar al de un disparo. Del mismo modo, quienes han tenido la horrible experiencia de presenciar un tsunami, tenderán a correr si notan una variación en el movimiento de las olas.

Aplicaciones en la vida cotidiana

Habituación y sensibilización son formas de aprendizaje parecidas pero opuestas. El conocimiento de sus mecanismos es muy importante en diversos ámbitos de la actividad humana.

Por ejemplo, cuando el fenómeno de **habituación** se multiplica o generaliza en un ámbito determinado, se consolidan las rutinas y disminuye la capacidad atencional, ya que el cerebro deja de responder ante la presentación repetida de un mismo estímulo.

Por ello, la neuroeducación insiste en generar ámbitos ricos en calidad y variedad de actividades durante los procesos de aprendizaje, los publicitarios

saben cuándo retirar el anuncio de un producto o servicio porque el *target* ya no lo registra, y los padres bien informados van cambiando los juguetes de los niños para que activen diferentes áreas cerebrales.

En cuanto a la **sensibilización**, admito que los ejemplos que he utilizado son un poco drásticos, pero muy útiles para explicar el valor de este tipo de aprendizaje para la supervivencia: al archivar información en el cerebro bajo la forma de temor aprendido, este tipo de aprendizaje se convierte en un poderoso recurso para alejar al ser humano de los peligros.

Así lo explica Erick Kandel (premio Nobel y autor de extraordinarios trabajos sobre el aprendizaje y la memoria): "Cuando un animal descubre que un estímulo es nocivo, aprende a responder de una manera más intensa frente a una variedad de otros estímulos. Particularmente, se hace más viva la preparación de los reflejos defensivos de retirada y huida".

El contraejemplo de las bondades de la habituación es el relajamiento cognitivo, que atenta contra la creatividad, el desarrollo de múltiples inteligencias y la calidad del pensamiento.

No olvides que el cerebro se desarrolla, expande su ramificación dendrítica y sus conexiones sinápticas cuando se mantienen alejadas las rutinas que llevan a automatismos cognitivos y conductuales.

En síntesis, éstos son los principales conceptos que debes retener para convertir toda esta información en conocimientos que sean útiles para tu vida:

- ✔A diferencia de la habituación, que disminuye la transmisión sináptica en las neuronas sensoriales, la sensibilización implica un aumento de la transmisión sináptica.
- ✔ Un ambiente estimulante mantiene el cerebro en forma, como la práctica regular del deporte combate el sedentarismo y suscita el bienestar físico.
- ✔ Un cerebro habituado es un cerebro inactivo que envejece antes.

Cuando el fenómeno de la habituación se propaga tanto a nivel individual como en ámbitos laborales, incluso en la pareja, se sientan las bases para el estancamiento en sus diferentes variantes. El resultado es una vida pasiva, confortablemente adormecida, desapasionada y pobre en creatividad.

Lo grave es que muchas veces esto no se registra de modo consciente porque la habituación es, simplemente, el reconocimiento de estímulos reiterados que, de manera metaconsciente, el ser humano pasa por alto porque no son una amenaza o molestia.

Plantéate lo siguiente: ¿no te ha aliviado en algún momento que se fuera la luz y se apagasen, momentáneamente, todos los aparatos electrónicos? Es evidente que te molestaban, pero tu cerebro ya se había acostumbrado a ellos. Por fortuna, la neurociencia ha descubierto que un determinado conjunto de conexiones sinápticas puede modificarse en sentido opuesto a partir de formas distintas de aprendizaje.

Por ejemplo, como la habituación atenúa la sinapsis y la sensibilización y el condicionamiento la refuerzan, se han desarrollado herramientas para ayudar a las personas a liderar sus procesos de aprendizaje, tanto en el plano consciente como en el no consciente.

De adulto, la aplicación del entrenamiento neurocognitivo con técnicas de neuroaprendizaje es muy importante para la memoria, pues el sistema de largo plazo depende de modificaciones sustanciales del tejido nervioso, como la generación de nuevas sinapsis y, a su vez, reorganización de las conexiones existentes.

El sistema de memoria a largo plazo es el protagonista del siguiente capítulo y, si quieres pasar a la práctica, en el capítulo 15 te ofrezco algunas técnicas para estimular el aprendizaje.

Capítulo 14

Cómo recuerda el cerebro

En este capítulo

- Sabrás qué es la memoria y cómo se forma
- Te explicaré por qué a veces falla la memoria
- Te recordaré cómo influye el estilo de vida en el buen funcionamiento de la memoria

"¿Por qué nunca me acuerdo de dónde he dejado las gafas? ¿Por qué no me quedo con las caras? Ayer me crucé con una persona que me saludó afectuosamente en el restaurante, sé que la conozco, pero... ¿de dónde?

"¿Cómo funciona la memoria? ¿Está en alguna parte del cerebro? ¿Cómo puedo mejorarla? ¿Cuándo inventarán una pastilla que mejore la memoria?"

¡Cuántas preguntas! Parecen muchas, pero son sólo algunas de las que se oyen en las conversaciones cotidianas. En la actualidad, casi el 70% de las personas mayores de sesenta años manifiesta tener problemas de memoria y cree que su mal funcionamiento se debe al paso de los años.

Algunas se asustan y acuden al médico pensando que quizá empiecen a tener alguna enfermedad, como el alzhéimer. Sin embargo, la mayor parte de las dificultades de memoria se originan por factores controlables, incluso en edades avanzadas.

Asimismo, y esto es una buena noticia tanto para quienes tienen problemas para fijar y evocar información como para los interesados en optimizar sus capacidades cerebrales, el desarrollo de sustancias que mejoran las capacidades intelectuales sigue avanzando, y se ha descubierto que algunos fármacos tienen potencial tanto para mitigar el daño de algunas enfermedades como para mejorar la memoria de las personas sanas. Por ejemplo:

- ✔ Durante un estudio dirigido por Julia Boyle en el Centro de Investigación del Sueño de la Universidad de Surrey (Gran Bretaña), los participantes (voluntarios de entre dieciocho y cuarenta y cinco años) ingirieron un compuesto llamado CX717 que aumentaba la actividad de un neurotransmisor, el glutamato (clave en los procesos de memoria y aprendizaje). Quienes lo tomaron (en dosis bajas) obtuvieron un rendimiento significativamente mayor en pruebas de memoria, atención, tiempo de reacción y solución de problemas que los voluntarios que habían recibido un placebo.
- ✔ Eric Kandel, de quien ya te he hablado en el capítulo anterior, es cofundador de una compañía llamada Memory Pharmaceuticals que desarrolla fármacos destinados a facilitar la formación de recuerdos a largo plazo (además de los relacionados con la cura de enfermedades que provocan alteraciones en este sistema). En su libro *En busca de la memoria: el nacimiento de una nueva ciencia de la mente* (capítulo 24), cuya lectura te recomiendo, narra los objetivos y el alcance de la farmacología aplicada al desarrollo de la memoria.
- ✔ En muchos laboratorios consideran que pueden adaptar medicinas para enfermos de alzhéimer para que personas de más de cincuenta años comiencen a tomarlos de manera preventiva.

La importancia de un caracol marino en la investigación sobre la memoria humana

En un recuadro del capítulo 3 te he explicado uno de los experimentos de Kandel con babosas marinas. "¿Qué tiene que ver mi cerebro con el de un molusco?" Esta pregunta nunca falta cuando me explayo sobre las investigaciones de Eric Kandel sobre los procesos de aprendizaje y memoria en la *Aplysia californica*. Y es lógico. El cerebro humano es completamente diferente al de los animales, pero en algunos existen similitudes muy útiles para la ciencia, por ejemplo:

- ✔ Las neuronas de la retina humana se parecen a las de la mosca de la fruta.

✔ Los circuitos cerebrales relacionados con las emociones en los seres humanos son similares a los de los reptiles.

✔ La consolidación de recuerdos tras el aprendizaje se basa en mecanismos parecidos a la mayor parte de las especies, incluidos los humanos.

✔ Las neuronas y sinapsis del ser humano son muy similares a las de algunos organismos sencillos, como la aplysia elegida por Kandel. El sistema nervioso de esta babosa marina es simple y sólo tiene unas veinte mil neuronas. Como su potencial sináptico es grande, Kandel pudo trazar mapas de conexiones neurales célula a célula. Durante sus investigaciones, observó que el aprendizaje producía cambios en los circuitos cerebrales del animal cuando una experiencia se había consolidado. Posteriormente, sugirió que, en el cerebro humano, la memoria puede almacenarse en circuitos neurales que no tienen esa función específica.

En la actualidad, otros investigadores siguen utilizando la aplysia para estudiar los procesos fisiológicos de la memoria de corto y largo plazo debido a que el tamaño de sus neuronas permite identificarlas individualmente e insertar electrodos con facilidad.

Con respecto a las moscas, una de las investigaciones más recientes (la información me llegó a principios de 2013) procede del Instituto Metropolitano de Ciencias Médicas de Tokio: se descubrió que estos insectos mejoraban su memoria cuando tenían hambre: al reducirse el azúcar en su organismo, se activaba en el cerebro una proteína que mejoraba la memoria.

Coincidiendo con lo que Kandel ha manifestado en numerosas ocasiones, sugiero evitar la ingesta de cualquier tipo de sustancia (excepto en el caso de enfermedades). De hecho, durante años de investigación y trabajo he comprobado que la memoria mejora cuando se cambia el estilo de vida y se ponen en marcha los programas de entrenamiento adecuados, temas que abordaré en este capítulo y que podrás comprobar si realizas las prácticas que te propongo al final de este capítulo y en la parte V de esta obra.

Qué es la memoria

La *memoria* puede definirse como la capacidad para almacenar información y recuperarla. Sin embargo, es más que eso. La memoria es la identidad de un

individuo, lo que define quién es y qué lugar ocupa en el mundo.

Es, asimismo, un componente imprescindible para incorporar conocimientos, planificar y proyectar el futuro, ya que la información nueva se conecta con la anterior durante los procesos de aprendizaje, tanto el formal como el que resulta de la experiencia cotidiana.

A nivel neurobiológico, como estructura física y orgánica, la memoria está representada en el cerebro por conexiones entre neuronas que abarcan varias zonas, y los avances para entenderla constituyen uno de los desafíos más importantes de la neurociencia contemporánea.

Actualmente, hay temas en los que se ha avanzado mucho. Por ejemplo, se sabe que, sin algunas estructuras como el hipocampo, una persona no podría generar nuevos recuerdos y que las áreas cerebrales que se utilizan para rememorar un viaje de placer son distintas de las que se necesitan para evocar cómo se hace una suma o una resta. Lo mismo pasa al conducir o ir en bicicleta.

Paralelamente, hay procesos que muestran a la ciencia, por ejemplo, cómo se forma la memoria a nivel de sinapsis individuales y cuál es su base neuroquímica, un tema que se estudia intensamente:

- ✔ Hay pruebas de que la generación de recuerdos a largo plazo está relacionada con la fabricación de proteínas. En la Universidad McGill (Montreal, Canadá) se realizan investigaciones sobre estos procesos.
- ✔ En Estados Unidos, un grupo de investigadores del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) está estudiando el papel de una proteína llamada sirtuina para curar o mitigar enfermedades que producen graves daños en la memoria, como el alzhéimer.
- ✔ En la Universidad de Leicester (Inglaterra) se descubrió que una proteína llamada receptor muscarínico M3 es fundamental en los procesos de aprendizaje y memoria.
- ✔ En varios centros especializados se estudia la función de algunos neurotransmisores (como la adrenalina, la acetilcolina, la noradrenalina y la serotonina), de algunas hormonas (las dificultades para recordar pueden ser síntoma de desequilibrio hormonal) y de

algunas sustancias llamadas neurotrofinas en la formación de la memoria.

Personalmente, estoy convencido de que la clave para responder a las preguntas que nos desvelan está en la base neuroquímica de la memoria. Como esa base puede modificarse sin pastillas (más adelante te daré varias claves), siempre insisto en lo mismo: excepto en el caso de enfermedades, cualquier método que se utilice para mejorar la memoria debe ser "natural".

De qué zonas depende la memoria

Después de las investigaciones de Paul Broca, que en el siglo XIX identificó en el cerebro las principales áreas del lenguaje, se generó un gran entusiasmo por hallar una zona de la cual dependiera la memoria. Con el tiempo, se descubrió que esa zona no existe.

Uno de los primeros en afirmarlo fue Karl Lashley, en Estados Unidos, con quien trabajaron (en diferentes proyectos) Donald Hebb y Wilder Penfield. Este último fue un destacado neurocirujano de Montreal, uno de los primeros en descubrir que la memoria implica el trabajo conjunto de múltiples sistemas.

Por ejemplo, inicialmente se creía que las dificultades provocadas por lesiones en el lóbulo temporal afectaban a todas las formas de aprendizaje y de memoria a largo plazo. Con el paso del tiempo, se comprobó que no es así.

Los estudios de la doctora Milner (citada en el caso Molaison, que explico en el recuadro) aportaron la primera prueba experimental que permitió distinguir dos tipos de memoria: la implícita (relacionada con el aprendizaje de habilidades perceptivas y motrices) y la explícita o declarativa (relacionada con acontecimientos autobiográficos y el conocimiento de los hechos). De estos tipos de memoria te hablo en el capítulo 13 y volveremos a ellos en el capítulo 15.

La evidencia de que no existe un lugar donde se localice la memoria y, a su vez, que ésta no es un fenómeno unitario, ha originado tres grandes líneas de investigación en neurociencias que puedes corroborar en los ejemplos que he citado hasta ahora:

1. La búsqueda de los mecanismos fisiológicos de los que depende el almacenamiento de la información.
2. La determinación de las estructuras cerebrales que participan en la formación de la memoria.
3. El funcionamiento de los diferentes sistemas, por ejemplo, el que almacena la información relacionada con el qué, dónde y cuándo (memoria declarativa, consciente) y el que se ocupa de registrar datos

sobre el cómo (memoria procedimental o de procedimientos, no consciente).

Dado que los fallos de la memoria —de forma transitoria o definitiva— generan frustraciones y pérdidas de tiempo (en el primer caso) y una enorme angustia (en el segundo), los esfuerzos por descifrar su base neurobiológica son enormes en varios países.

Por qué olvidamos

El tema de la fijación de los recuerdos, como también la desaparición de muchos de ellos por razones que no se deban a enfermedades es muy investigado por las neurociencias, incluso genera diferencias conceptuales.

Para algunos, y siempre en el caso de personas sanas, el olvido es un proceso durante el cual los recuerdos desaparecen con el tiempo como consecuencia de la muerte neuronal o de la desintegración de determinados neurocircuitos porque hemos dejado de utilizarlos, tal como ocurre con los contenidos de algunas materias que nunca más hemos repasado.

Para otros, los recuerdos son permanentes y lo que en realidad perdemos es la capacidad para recuperarlos. En cualquier caso, el sentido común nos dice que, si recordáramos todo lo que vivimos, minuto a minuto, segundo a segundo, día a día, tanta información no cabría en nuestra cabeza. Para comprender este tema, nada mejor que leer el maravilloso cuento del escritor Jorge Luis Borges, *Funes el memorioso* (ver recuadro).

A nivel consciente, todo indica que olvidamos gran parte de lo que vivimos y aprendemos y que, para que determinados recuerdos persistan, tenemos que utilizarlos una y otra vez. En ese sentido, el cerebro es inteligente: desecha lo que considera inútil para nuestras vidas y guarda lo que tiene valor.

Con respecto al sistema de largo plazo, el estilo o las circunstancias de la vida tienen una gran influencia. Por ejemplo, se han estudiado muchos casos en los que el estrés agudo inhibe la actividad del hipocampo (básicamente por un exceso de cortisol). Uno de los más estudiados ha sido el de los soldados que han estado en el frente y volvieron con problemas de memoria.

En situaciones no tan intensas, el estrés puede afectar parcialmente a esta estructura, con lo cual los recuerdos pueden formarse de manera fragmentada y desencadenar un fenómeno que se conoce como "relleno de lagunas mentales", dando lugar a recuerdos que no son una copia fiel de lo ocurrido, sino una reconstrucción de la realidad efectuada por el cerebro.

Otra razón por la cual retenemos unas ideas y olvidamos otras es que *la memoria es selectiva*: prácticamente todo el mundo recuerda aquello a lo que han dedicado su atención o lo que es relevante para su vida, y descarta el resto

(hablamos aquí del plano consciente, ya que gran parte de la información llega y se mantiene en las profundidades del cerebro de manera no consciente).

Asimismo, los hechos que tienen un gran componente emocional seguramente pasarán al sistema de largo plazo, mientras que la información superflua se puede perder en un día o dos. Por ejemplo, un ciudadano japonés que resida en España retendrá (probablemente para siempre) las imágenes que ha visto por televisión sobre el impresionante terremoto de Lorca en 2011, mientras que la cara de la recepcionista que lo recibió en la embajada la olvidará rápidamente si no vuelve a verla.

Funes, el memorioso

Funes es un personaje de ficción con una memoria extraordinaria creado por Jorge Luis Borges. He seleccionado los siguientes párrafos de este cuento extraordinario por su enorme aplicación al tema de este capítulo.

"Nosotros, de un vistazo, percibimos tres copas en una mesa; Funes, todos los vástagos y racimos y frutos que comprende una parra. Sabía las formas de las nubes australes del amanecer del 30 de abril de 1882 y podía compararlas en el recuerdo con las vetas de un libro en pasta española que sólo había mirado una vez. [...] A veces no podía pensar porque su cerebro estaba ocupado en recordar todo. [...] Dos o tres veces había reconstruido un día entero; no había dudado nunca, pero cada reconstrucción había requerido un día entero."

Fantástica creación que nos permite comprender por qué es imposible recordarlo todo: si fuera así, el peso de la memoria se convertiría en un verdadero tormento (como en el caso de Funes).

La persistencia de este tipo de memoria se debe a que existe un gran impacto psicológico acompañado de reacciones orgánicas (cambios importantes en el flujo de algunos neurotransmisores, así como también de determinados tipos de hormonas) que ayudan a fijar estos recuerdos como marcas inmunes al paso del tiempo.

Por último, la persistencia de algunos recuerdos depende de la consolidación, y este hecho se produce cuando un patrón de información suele repetirse, ya sea durante el aprendizaje o ante sucesos que favorecen su codificación.

Por ejemplo, si cambias de empleo, cada vez que llegues a un nuevo lugar de trabajo, las conexiones sinápticas que se han formado cuando viste por primera vez la fachada del edificio y la cara de tus compañeros se reforzarán.

A la inversa, cuando no se repiten estímulos similares, como los relacionados con el entorno de tu trabajo anterior, parte de la información se perderá y, con el paso del tiempo, te costará recordar las caras y nombres de personas con las que interactuabas a diario (excepto las que hayas seguido viendo).

Esto permite comprender, por ejemplo, por qué a los doce años la mayor parte de los estudiantes se saben de memoria los nombres de los países de África, sus ríos y sus capitales, y a los cuarenta sólo recuerdan algunos (excepto los que han optado por carreras relacionadas con Historia, Geografía o Turismo, entre otras).

En cuanto al curso temporal, que analizaremos en el capítulo 15, varias investigaciones han demostrado que **los recuerdos más antiguos son los menos vulnerables al olvido**. Por ejemplo, cuando los pacientes afectados por amnesia anterógrada observan fotografías de personas famosas, como deportistas, actores o cantantes, suelen reconocer a los que fueron los mejores o más famosos hace años, no a los actuales.

Lo mismo sucede con las canciones: hay personas que recuerdan a la perfección la letra y la música de canciones de cuando eran adolescentes, pero son incapaces de retener las que han escuchado por radio o televisión la última semana, aunque les presten atención.

La amnesia en la realidad y en la ficción

La pérdida de la memoria y/o la incapacidad de aprender se denomina *amnesia*. Para introducirte en este apasionante tema, te invito a leer el caso de un hombre que perdió la capacidad para generar nuevos recuerdos, Henry Gustav Molaison (en el recuadro).

Su enorme generosidad hizo que, durante más de cincuenta años, contribuyera a la ciencia participando en muchos experimentos. Tanto es así que su cerebro se conservó tras su muerte y, actualmente, se considera un tesoro para estudiar la base orgánica del aprendizaje y la memoria a medida que avanzan la ciencia y la tecnología.

Henry Gustav Molaison y el protagonista de la película *Memento*

Henry era un paciente epiléptico. A los veintisiete años se le operó para

reducir las crisis que lo atormentaban: le extirparon una zona del lóbulo temporal medial, parte del hipocampo, la circunvolución parahipocámpica y la amígdala.

Las crisis de Henry desaparecieron, pero las secuelas fueron devastadoras: perdió la capacidad para aprender y recordar: no podía guardar información, rostros, sonidos, recorridos.

Su madre contó que, aunque recordaba muchos hechos de su pasado antes de la operación —como su nombre, su trabajo y episodios de su infancia—, en el presente se sorprendía una y otra vez con noticias que ya había leído en las revistas; más aún, una de las especialistas que trabajó con él durante décadas, la doctora Brenda Milner (que formó parte de equipos dirigidos por científicos como Donald Hebb y Wilder Penfield), tenía que presentarse cada vez que se encontraban.

Esta tremenda dificultad se ve claramente en la película *Memento*, cuyo protagonista, Leonard, se vale de fotografías o toma notas para registrar los lugares donde se hospeda y la gente con la que se relaciona porque es incapaz de retener esos recuerdos debido a un trauma cerebral. Este tipo de amnesia se denomina *anterógrada,* y si ves esta película comprenderás lo que se puede llegar a sufrir en el día a día.

En la vida real, Henry Molaison podía recordar mucho de lo que había vivido, por ejemplo, con sus padres y compañeros del colegio, incluso recordaba sucesos que se produjeron durante la Gran Depresión que afectó a Estados Unidos durante la crisis del 29.

En la ficción, Leonard recordaba a su mujer y cuánto la había amado, por ello se obsesionó con encontrar a quien la asesinó luchando contra las tremendas dificultades de no recordar un lugar o una cara que había visto hacía pocos segundos.

El tipo de recuerdos que ambos podían evocar y la dificultad para fijar información nueva refleja, tanto en la realidad de Henry como en la ficción de *Memento*, la existencia de dos tipos de memoria: la memoria de trabajo o de corto plazo (Henry podía retener un número de teléfono durante 20 segundos) y la memoria a largo plazo (que en su caso, al igual que en el de Leonard, había dejado de funcionar).

Por eso afirmamos que la fijación y la recuperación de determinados recuerdos dependen del buen funcionamiento de regiones específicas, como el hipocampo, el lóbulo temporal y la amígdala (entre otras).

Tras un traumatismo cerebral, la pérdida de memoria puede manifestarse de dos formas:

- ✔ La **amnesia retrógrada** produce una pérdida de memoria para los acontecimientos previos al traumatismo (meses o años), pero se recuperan los recuerdos formados después del traumatismo.
- ✔ La **amnesia anterógrada** genera incapacidad para formar nuevos recuerdos tras el traumatismo.

Las personas con amnesia anterógrada no pueden traspasar información desde la memoria operativa a la memoria de largo plazo, pero suelen recordar acontecimientos previos al traumatismo.

Problemas de memoria: soluciones al alcance de todos

Las dificultades de memoria tienen diversos orígenes y no se observan sólo a edades avanzadas. De hecho, hay jóvenes de veinte o treinta años que viven con tal nivel de ansiedad y estrés que no pueden recordar qué película vieron el día anterior.

Hay factores que afectan a la memoria de forma temporal, como los problemas emocionales, el estrés o la ansiedad, y otros que la dañan grave o irreversiblemente (como el caso del alzhéimer, los accidentes cerebrovasculares o las lesiones en zonas clave para su funcionamiento).

En realidad, la lista de factores que pueden alterar la capacidad de almacenar información y evocarla es extensa e incluye desde problemas hormonales hasta el consumo de alcohol, drogas o determinados medicamentos.

De momento, y centrándome en el caso de personas sanas (física

y psicológicamente), comenzaré por un tema que considero muy importante, tanto que no me cansaré de repetirlo, como si fuera una señal luminosa a la que necesito que prestes mucha atención: la actitud y el estilo de vida son factores decisivos para el buen funcionamiento de la memoria.

Si una persona vive de mal humor, con estrés crónico, duerme mal, come cualquier cosa y en exceso, padece ansiedad, se encierra debido a "todo lo que tiene que hacer", vive el deporte como una pérdida de tiempo, pospone las vacaciones (o se va pero no desconecta)... es probable que tenga problemas de memoria. Este cóctel molotov para el cerebro es más común de lo que uno quisiera. De hecho, muchos de los profesionales jóvenes que participan en mis seminarios, tanto hombres como mujeres, atribuyen su dependencia a los avisos de la agenda a problemas de memoria cuando el problema real es otro.

Como tienen entre treinta y cuarenta años (de media), están en el mejor momento de su carrera y viven para su trabajo, además de estudiar constantemente, dadas las exigencias de sus puestos.

Algunos suelen decirme que no tienen tiempo para el deporte, que no necesitan a un entrenador personal porque acabarán cancelando la mayor parte de las citas, que los momentos de ocio y diversión vendrán más adelante. El resultado es que su cerebro se embota y, tarde o temprano, eso les pasará la factura.

Otro aspecto al que necesito que le prestes atención para que mi libro cumpla su objetivo —ayudarte a mejorar tus capacidades cerebrales— es el siguiente: la prevención es decisiva para el buen funcionamiento de la memoria.

Una antigua cita reza así: "*Orandum est ut sit mens sana in corpore sano".* Probablemente la hayas escuchado como "mente sana en un cuerpo sano". Tenla presente; el cerebro es el órgano físico que actúa como soporte de la mente y, como tal, necesita estar en forma para que la memoria funcione.

A lo largo de esta obra, en especial en la parte V, encontrarás varios métodos que te ayudarán no sólo a prevenir el deterioro de tu memoria, sino también, y fundamentalmente, a mejorarla. De momento, te adelanto lo siguiente:

1. Si realizas ejercicios que aumenten tu frecuencia cardíaca (como los aeróbicos), circulará más la sangre en tu organismo, mejorará la oxigenación

de tu cerebro y mejorará tu memoria.

2. Si eliminas de tu vida lo que es tóxico para tu cerebro (como el estrés, la mala alimentación y los conflictos interpersonales, entre otros) y mantienes una actitud positiva, mejorará tu memoria.

3. Si realizas ejercicios de entrenamiento neurocognitivo, mejorará tu memoria.

Con un mes podrás comprobar si tengo razón. Afortunadamente, en la actualidad, y también en el futuro, la neurociencia ha hallado algunas respuestas y sigue avanzando a pasos agigantados.

Los seres humanos generamos reservas para mantener el cuerpo sano y vital (dejamos de fumar, evitamos el alcohol y elegimos con cuidado nuestra dieta). Paralelamente, y del mismo modo, es necesario cambiar ciertos hábitos para generar reservas cognitivas que ralenticen el deterioro de la memoria.

Capítulo 15

La vida de los recuerdos y los diferentes tipos de memoria

En este capítulo

- Te presentaré el eje temporal de los recuerdos
- Conocerás los diferentes tipos de memoria
- Te prevendré acerca de los recuerdos falsos

La información que procesa el cerebro cada segundo se caracteriza por la enorme cantidad y variedad de contenidos.

Piensa en todo lo que pasa desde que te despiertas hasta el mediodía: textos y números, aromas y sabores, texturas y sonidos, luces y sombras, alegrías y penas, métodos y procedimientos van entrando en tu mente a medida que entras en contacto con tu mundo exterior e interior.

Hay determinada información que tu cerebro retendrá durante períodos muy breves, por ejemplo, mientras anotas la fecha y el lugar de tu próxima visita al dentista; otra se mantendrá en tu memoria durante días, semanas, años o incluso durante toda la vida. Estas diferencias temporales proporcionan distintos tipos de memoria que se clasifican en función de su duración y contenido.

Por ejemplo, para resolver una ecuación necesitas la *memoria sensorial* (que permite visualizar el papel y sentir el lápiz que sujetas con la mano), la *memoria operativa o de trabajo* (que se utiliza para razonar "en ese momento") y la *memoria de largo plazo*, donde se encuentra lo aprendido sobre procedimientos como sumar y restar, multiplicar y dividir.

Sin la memoria de largo plazo, las personas no podríamos aprender, hablar, escribir, planificar, reconocer a los demás, ir en bicicleta y, mucho menos, tener identidad. De hecho, no sabríamos quiénes somos, porque allí residen los recuerdos autobiográficos; sin la memoria operativa o de corto plazo no

podríamos registrar y procesar lo que vivimos en un momento determinado y, mucho menos, articular ideas. Porque, repito:

- ✔ Los seres humanos no tenemos uno, sino varios tipos de memoria.
- ✔ Los recuerdos tienen un curso temporal: algunos permanecen un instante (memoria sensorial y de trabajo), mientras que otros duran semanas, meses y años (memoria de largo plazo).
- ✔ El cerebro almacena los recuerdos a largo plazo según sus contenidos. Por eso, las zonas que registran información sobre hechos son diferentes de las que se ocupan de conceptos.

En el organismo, la memoria de largo plazo se caracteriza por modificaciones sustanciales del tejido nervioso: se generan nuevas sinapsis y, a su vez, se reorganizan y refuerzan las redes existentes.

Tipos de memoria

Aunque las clasificaciones neurocientíficas son claras y concretas, observa la figura 15-1 antes de continuar. Para hacerlo, activa tu memoria de trabajo:

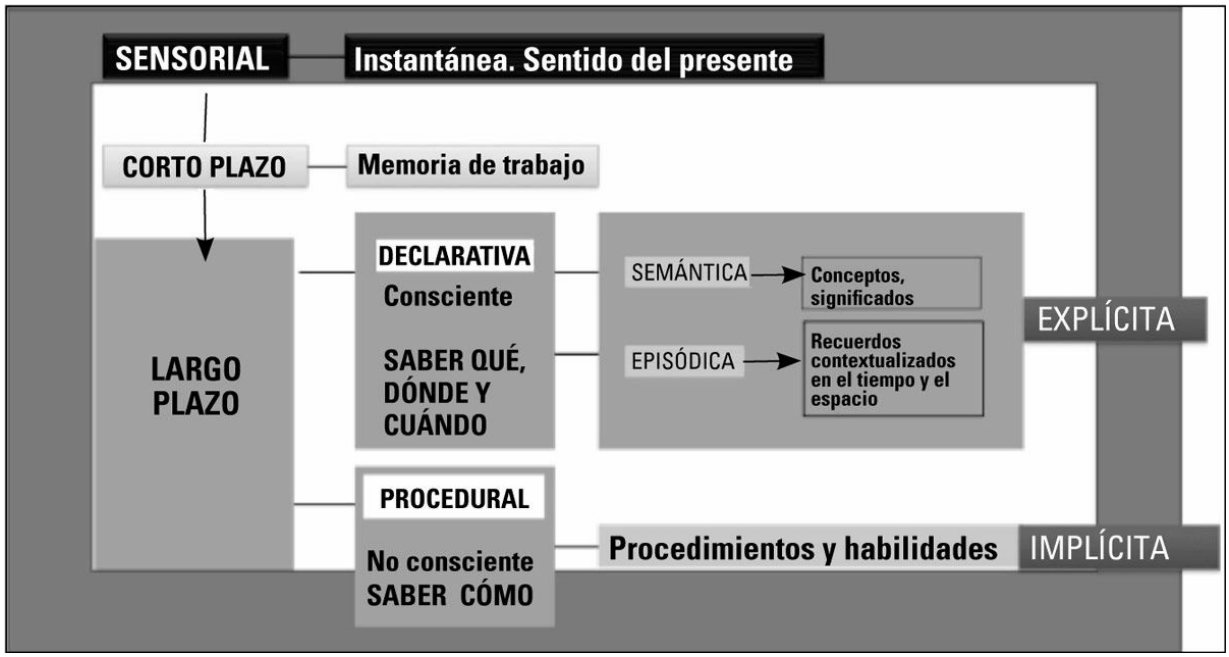


Figura 15-1:
Tipos de memoria

Como ves, existen tres tipos de memoria según el curso temporal: sensorial, de corto plazo y de largo plazo. En esta última, el cerebro procesa y almacena los datos según sus contenidos:

- ✔ **Q ué, dónde y cuándo** (conceptos, lugares, fechas).
- ✔ **Cómo** (procedimientos, habilidades).

Memoria sensorial

Cuando oyes unos pasos que se acercan, ves el rostro de tu amiga, notas frío o calor o percibes la textura de la ropa que llevas puesta, estás utilizando tu memoria sensorial, caracterizada por:

- ✔ Registrar de forma inicial y momentánea los estímulos del medio ambiente que se perciben a través de los sentidos.
- ✔ Cuando un hecho hace que se le preste atención, la información que se

aloja en la memoria sensorial sigue su camino hacia el sistema de corto plazo.

✔ Se calcula que menos de una centésima parte de la información que se percibe llama la atención y, de ésta, sólo una vigésima parte crea un recuerdo.

Este tipo de memoria opera en poco tiempo y desencadena conductas automáticas, por ejemplo, dar un volantazo para no atropellar a un peatón. Lo normal es que el conductor siga su camino sin registrar conscientemente ese movimiento ni el lugar donde se produjo.

En cambio, si mira al peatón esquivado y se da cuenta de que es el fundador de Facebook, una actriz famosa o un ex presidente, seguramente prestará atención a cada detalle (en qué esquina, a qué hora, etcétera). Esto hará que la información de la memoria sensorial se transfiera de inmediato a la de corto plazo y seguramente, al llegar a casa o al trabajo, contará su experiencia.

Uno de los aspectos más interesantes relacionados con la memoria sensorial es que permite el paso a la conciencia de partes de la realidad, mientras que el resto se desecha o se aloja por debajo del umbral de conciencia. Esto significa que hay transferencia de datos a la memoria de largo plazo que no se registran de forma consciente, es decir, se incorporan sin querer.

Memoria de trabajo, operativa o de corto plazo

Es el tipo de memoria que se utiliza para manipular *temporalmente* la información, por ejemplo, cuando una persona retiene lo que otra le dice y elabora su respuesta.

Si bien hay varias regiones cerebrales involucradas en los mecanismos de memoria, es interesante destacar el papel de los lóbulos frontales y parietales. Durante los ejercicios de entrenamiento neurocognitivo se ha observado un aumento de la actividad en ambos.

Un tema que deseo destacar para animarte a que mejores este sistema (aunque estés de acuerdo con su funcionamiento) es que las personas que tienen una buena memoria de trabajo suelen ser las que se conocen como mentalmente veloces. Ello les abre las puertas a determinados puestos de trabajo para los cuales es imprescindible esta habilidad.

Por ejemplo, los controladores aéreos, los crupieres y los corredores de bolsa no podrían realizar sus actividades si no fueran capaces de operar la información con rapidez, sin errores y atendiendo varios temas de forma simultánea.

Pero antes de seguir, recapitulemos:

- ✔ La memoria de trabajo opera con lo que alguien piensa en un determinado momento.
- ✔ Comprende un estado de la mente en el que se retiene y utiliza la información para resolver un problema, razonar, comprender un texto o tomar una decisión.
- ✔ Comparada con la memoria de largo plazo, su capacidad es muy limitada: algunos experimentos sugieren que dura entre 15 y 30 segundos, a no ser que se repita la información o se siga utilizando.

En el mundo del deporte, el buen funcionamiento de la memoria de trabajo es imprescindible para tener un juego eficaz. Por ejemplo, en un partido de fútbol se ocupa de controlar en todo momento la ubicación espacial propia y la de los compañeros para planificar un pase.

Si bien su entrenamiento es individual, el impacto en los resultados del equipo es decisivo, ya que permite tomar decisiones acertadas en cuestión de segundos. Actualmente, se calcula que el 25% de los jugadores júniores que recibieron entrenamiento neurocognitivo llegaron a jugar profesionalmente.

Ahora bien, posiblemente pienses: “Bueno, pero yo no soy un jugador de fútbol ni practico un deporte de forma profesional”. Es lo más probable, pero atención: todo el mundo necesita entrenar su memoria de trabajo porque, en la vida cotidiana, realiza muchas actividades que exigen conservar múltiples datos en la mente y hacer uso de ellos continuamente.

Por ejemplo, cuando analizas si te conviene comprar un producto determinado, cuando observas una guía y eliges el mejor recorrido para visitar un lugar desconocido, cuando planificas tu agenda diaria, cuando hablas con alguien, cuando estudias... utilizas tu memoria de trabajo.

Memoria de largo plazo

Este sistema es dinámico y se modifica con el tiempo, a medida que entra información nueva y se olvida la que no se utiliza. Es permanente y tiene una capacidad mayor que las demás.

Dado que en esa memoria se implica la intencionalidad del sujeto, se conoce también como **memoria explícita**, ya que existe un proceso consciente durante el cual se concentra la atención con un fin determinado.

Me gustaría que recordaras estas tres ideas sobre esta memoria:

- ✔ La memoria de largo plazo incluye todos los recuerdos sobre el mundo y las experiencias propias.
- ✔ El proceso de archivo de información en la memoria de largo plazo se llama **consolidación** y, según el tipo de recuerdos de que se trate, se clasifica en *memoria declarativa* (episódica y semántica) y *memoria procedimental*.
- ✔ La consolidación se favorece cuando se recuerda un acontecimiento o se repasa lo aprendido. Si el repaso se prolonga en el tiempo, como ocurre con los profesores que repiten sus clases o los bailarines que practican una y otra vez determinadas coreografías, se reduce la velocidad del olvido.

Otro proceso que favorece la consolidación es la repetición. Por ejemplo, las secretarias de dirección se saben de memoria muchos números de teléfono, ya que los marcan continuamente.

Principales estructuras que intervienen en la formación de la memoria

Veamos ahora cuáles son las principales partes de tu encéfalo que participan en la construcción de la memoria:

- ✔ **Hipocampo:** Fundamental para el aprendizaje, la formación de la

memoria, la ubicación espacial y el reconocimiento de objetos.
Sin un adecuado funcionamiento del hipocampo, la persona tendrá dificultades en su memoria declarativa: no podrá recordar ni describir verbalmente lo que ha visto, leído, escuchado o realizado pocos minutos antes.
Recientemente, durante una investigación en el Centro para la Memoria y el Cerebro de la Universidad de Boston, se observó que la actividad en el hipocampo representa recuerdos secuenciales. "Cada célula en sí misma proporciona una detallada 'foto' de la experiencia", comenta el doctor Christopher MacDonald, coautor del estudio.

- ✔ **Amígdala:** Desempeña un papel decisivo en la memoria del miedo. La zona medial de esta estructura es más grande en el cerebro masculino, pero, ante estímulos similares, tiene mayor activación en el femenino. Por eso una mujer rara vez pierde los recuerdos asociados a emociones intensas.
- ✔ **Hipotálamo:** Su papel en la memoria es muy importante: se ha estudiado que personas con lesiones en esta zona presentaban alteraciones de distinto tipo, por ejemplo, amnesia anterógrada (no podían retener información nueva) y desorganización temporal de los recuerdos.
- ✔ **Tálamo:** Se encuentra en el centro del cerebro (figura 8-1). Tiene un importante papel en la codificación de la información relacionada con la memoria anterógrada. Se ha estudiado el caso de personas con lesiones en el tálamo que presentaban alteraciones en las funciones ejecutivas debido a problemas de atención, memoria, iniciativa y organización temporal de la conducta. Asimismo, el sistema límbico, relacionado con el aprendizaje y la memoria emocional, recibe eferencias de uno de los núcleos del tálamo.
- ✔ **Cerebelo:** Tiene múltiples conexiones bidireccionales con ambos hemisferios que se dirigen tanto a las áreas relacionadas con los movimientos y mantenimiento del equilibrio (motoras) como a las que se relacionan con aspectos neurocognitivos y emocionales.
  Los daños en el cerebelo provocan dificultades de memoria, principalmente episódica y procedimental, y se han encontrado vínculos entre esta estructura y la memoria del miedo.

Cabe destacar que esta lista es enunciativa, no exhaustiva, ya que la memoria es un proceso activo que abarca casi todo el cerebro. Por ejemplo, una lesión en el lóbulo temporal provoca dificultades en la memoria verbal. Si la lesión se produce en el lóbulo temporal, afectará a la memoria visoespacial.

También se ha comprobado que un daño en la corteza prefrontal bilateral provoca problemas para recordar el orden temporal de un acontecimiento. Por ejemplo, una persona puede recordar lo que hizo por la mañana: la cara del vendedor que la atendió, si había mucha gente en el metro, si hacía frío o calor, pero tendrá problemas para recordar la secuencia en la que realizó sus actividades desde que salió hasta que volvió a su casa.

Actualmente se investiga el papel de los ganglios basales en la memoria procedimental y de trabajo. Por ejemplo, en 2008 se publicó en *Nature Neuroscience* una investigación realizada en Suecia según la cual los ganglios basales seleccionan la información que entrará, liberando a la memoria de trabajo para que funcione de un modo más rápido y eficaz. Al ser el centro de los hábitos del cerebro, participa de manera activa en la formación de la memoria procedimental.

Memorias de largo plazo

Dado que la memoria de largo plazo almacena información sobre el pasado y es el resultado de diferentes tipos de aprendizajes y experiencias, la neurociencia la clasifica en declarativa y procedimental.

Memoria declarativa

Es la memoria sobre los hechos, conceptos y acontecimientos que se encuentran en la conciencia. Contiene la información que una persona registra sobre el mundo y sobre sí misma, como también el conocimiento que ha adquirido como resultado de la educación y la experiencia. La principal característica de esta memoria es que los recuerdos pueden evocarse por un acto voluntario.

Como la información se guarda y recupera de forma diferente, la memoria declarativa se divide en dos grandes tipos:

- ✔ **Memoria episódica:** Permite almacenar y evocar hechos, lugares, fechas... y suele definirse como la memoria del cuándo y dónde.
- ✔ **Memoria semántica:** Permite almacenar y evocar conceptos y significados.

Por ejemplo, si una persona recuerda que el 14 de febrero es el cumpleaños de su hermana y que el año anterior lo celebraron en el restaurante El Pulpo, está utilizando su memoria episódica; si habla con sus amigos sobre lo guapa que es su hermana y la pasión con la que ejerce la medicina, utiliza su memoria semántica. Como puedes ver, un mismo tema hace que ambos sistemas se conecten e interactúen entre sí.

Memoria procedimental

La memoria procedimental (implícita) es de tipo automático o reflejo, ya que puede evocarse sin necesidad de ser consciente de cada acto. Es la memoria que ayuda a no pensar, por ejemplo, cómo se abre una puerta o cómo se mantiene el equilibrio al ir en bicicleta (cuando sabes hacerlo).

El aprendizaje que se aloja en la memoria procedimental suele depender de la práctica repetida de una tarea, por ejemplo, tocar el piano sin pararse a pensar qué dedo pulsa cada tecla.

A diferencia de la memoria declarativa, la procedimental es más permanente. Por ejemplo, si no te gusta la historia, difícilmente recuerdes los principales acontecimientos relacionados con la guerra civil española. En cambio, aunque hayan pasado diez años desde la última vez que montaste en bicicleta, no creo que te cueste mantener el equilibrio si optas por el ciclismo para estar en forma y, a su vez, oxigenar tu cerebro.

Memoria emocional y memoria de impacto

La memoria emocional merece un apartado porque es una de las principales fuerzas que actúan sobre la interpretación de los hechos y la conducta. Es la memoria de acontecimientos episódicos que "marcan" y gravitan de forma no consciente sobre cada decisión que tomamos; su influencia es fundamental para que alguien sea feliz y exitoso o a la inversa, triste y propenso al fracaso.

En este sistema se crean los **marcadores somáticos** (encontrarás más información en el capítulo 8), experiencias emocionales que el cerebro asocia y memoriza junto al estado fisiológico que se experimentó en ese momento.

Por ejemplo, uno de mis compañeros de la Universidad de Salamanca evitaba y aún hoy evita entrar en la Cafetería Oviedo (uno de mis lugares preferidos). Eso me llamó la atención, y más cuando la calidez de sus dueños, Petri y Andrés, hacen que uno disfrute más allá de la rigurosidad del invierno salmantino o del calor de sus veranos.

Al no encontrar una razón de peso para explicarme esa actitud, decidí observarle atentamente, pues sabía que, tarde o temprano, aparecería el verdadero motivo. Y así fue. Durante una conversación sobre temas personales supe que, tiempo atrás, mientras Petri y Andrés le atendían, mi amigo tuvo un problema serio con un amigo íntimo.

Evidentemente, estas adorables personas y el café en sí activaban en él reacciones emocionales y, al mismo tiempo, somáticas, que le hacían sentirse mal... ¡aunque todo estuviera bien! En el plano consciente, estas reacciones cuestan de explicar, pero producen efectos muy importantes en la conducta. Desde entonces, me propuse hacer lo posible para que mi amigo disfrutase, como yo y tantos otros, de la alegría y el placer de "estar en la Cafetería Oviedo", todo un emblema como punto de encuentro para los profesores de esta querida universidad.

Aun así, admito que los recuerdos relacionados con situaciones que han provocado mucha angustia (como ocurre con el miedo o la desesperación) quizá nunca desaparezcan del todo y esto tiene su correlato neurobiológico: existen más conexiones desde la amígdala hacia la corteza cerebral que a la inversa, por lo cual es más fuerte la tendencia automática a experimentar determinadas emociones que nuestra capacidad para inhibirlas de forma voluntaria. En síntesis:

- ✔ La memoria emocional alberga, por ejemplo, la aceptación o el rechazo de un lugar, el miedo a los perros, la mayor o menor felicidad que una persona siente cuando viaja en tren o en avión y la mayoría de las fobias.
- ✔ Algunas memorias emocionales, como las relacionadas con el miedo, son difíciles de controlar porque, cuando se crean determinados neurocircuitos, las reacciones ante sucesos que han marcado

emocionalmente a un hombre y, en especial, a una mujer, tienden a perpetuarse de manera automática.

- ✔ La amígdala cerebral participa intensamente en estos procesos. Cuanto más intensa es su activación, más imborrable es la huella mnésica de una experiencia que nos ha emocionado mucho de modo positivo o negativo.

Un refrán popular dice que, "cuando una persona se quema con leche, llora al ver una vaca", y suele ser cierto: es suficiente con mirar alrededor para darse cuenta de que existen muchas conductas extrañas en personas normales y ello se debe, en parte, a que la memoria emocional condiciona su comportamiento.

Afortunadamente, tanto desde el ámbito de la psicología como desde el de las neurociencias, se han creado técnicas muy efectivas para ayudar a las personas afectadas a controlar este tipo de recuerdos.

Flashbulb memory

Dentro de la memoria emocional, se registra una nueva categoría, llamada memoria de destello *(flashbulb memory)* o memoria de impacto:

Flashbulb memory es un término acuñado por la psicología para discriminar y estudiar los recuerdos especialmente fuertes y nítidos porque la carga emocional ha sido muy significativa en el momento de registrarla.

Los mejores ejemplos para explicar en qué consiste esta memoria son tres acontecimientos contemporáneos que han conmovido al mundo: el atentado a las Torres Gemelas en Nueva York y, después, el de Atocha (en Madrid), y el terrible terremoto de Japón en 2011.

Si le preguntas a un adulto español, estadounidense o japonés qué hacía ese día a esa hora cuatro o cinco años después, te responderá casi con exactitud, pues jamás olvidará el suceso ni las emociones asociadas a éste.

Algo similar puede suceder si le haces esa pregunta a cualquier otro habitante del planeta bien informado, ya que no es necesario que seas el protagonista para que se active este tipo de memoria: todo hecho que provoque conmoción puede pasar a formar parte de ella de forma permanente.

¿Podemos fiarnos de nuestros recuerdos?

Casi todas las personas están convencidas de que lo que recuerdan es realmente lo que sucedió o vivieron en un momento concreto. Sin embargo, la mayoría de los recuerdos son reconstrucciones que hace el cerebro sobre las experiencias vividas, más aún, el estado emocional en el que se encuentren cuando las memoricen, además de sus filtros perceptuales, influirán en esta reconstrucción.

Por ejemplo, la historia policial muestra numerosos casos de testigos cuyas versiones sobre el mismo suceso son distintas sin que exista intencionalidad en ello: han observado y registrado la información de forma diferente, lo cual demuestra que:

- ✔ La memoria es una construcción de carácter subjetivo, ya que cada persona ve la realidad bajo su propia percepción.
- ✔ Cuando son hechos relacionados con la memoria colectiva, tanto los protagonistas como quienes trabajan en los medios de comunicación tienden a modificar los sucesos.
- ✔ Los recuerdos pueden contener detalles que no existían, creando diferentes escenarios a partir de un suceso real.

Durante un reciente experimento, en el que se pidió a los participantes que leyeran historias y luego las contaran, se observó que, en el relato, éstas eran más cortas y más coherentes que las originales, lo cual reflejaba no sólo una reconstrucción, sino también una reorganización y síntesis del argumento que habían leído sin que ellos fueran conscientes. Más aún, la investigación reveló que solían estar más convencidos de su propia versión que de la original.

En términos de los investigadores Kandel, Jessell y Schwartz (autores del libro *Neurociencia y conducta,* del que extraje el caso), "los sujetos no estaban inventando: simplemente interpretaban el material original para dar sentido al

recuerdo [...]. Observaciones como ésta nos llevan a pensar que la memoria explícita de acontecimientos pasados es un proceso creativo de síntesis o reconstrucción".

Por lo tanto, y en resumen:

1. Los seres humanos no recordamos todo lo que vemos, olemos, oímos, degustamos o tocamos. Recordamos lo que creemos haber visto, olido, oído, degustado y tocado.
2. La memoria se ve influida no sólo por acontecimientos pasados, sino también por la percepción de los acontecimientos actuales.
3. El cerebro crea y recrea la información construyendo significados. En este proceso, cada individuo genera una versión personal de los hechos que muchas veces se parece a los acontecimientos reales.
4. La información que pasa a formar parte de los recuerdos atraviesa un proceso de transformación, una especie de tamiz que depende de cómo interpreta la realidad cada persona.
5. La construcción cerebral de la realidad puede crear falsos recuerdos, ya que la memoria humana no registra los sucesos con la misma objetividad con que lo haría una cámara fotográfica.

El tema de la construcción cerebral de la realidad (y de la memoria) se aborda en el capítulo 10. Constantemente se publican investigaciones que demuestran que cada individuo interpreta el mundo en función de sus particularidades, esto es, de lo que percibe y de la interrelación de sus percepciones con lo que existe en su mundo.

Te propongo que elijas un acontecimiento vivido con otra u otras personas con las que mantengas una relación estable, por ejemplo, tus amigos más íntimos, y registres la versión de cada uno de ellos sobre una vivencia que hayáis compartido. Haz lo mismo con la tuya (sería ideal que grabases lo que cada uno recuerda sobre los sucesos).

Cinco años después, sin releer o escuchar lo que habían recordado, repite el ejercicio. Vuelve a hacerlo dentro de diez años. Te sorprenderán las variaciones de los relatos respecto al original. En la segunda prueba te darás cuenta de que lo que cada uno recuerde será lo que guardó su mente la última vez que evocó y narró ese hecho, y quizá añada información que no forme parte de la experiencia vivida.

En Estados Unidos valoran mucho las investigaciones realizadas por Elizabeth Loftus sobre el famoso bombardeo de Pearl Harbour. Al comparar versiones de personas que se encontraban allí, comprobó que había varias incongruencias en sus relatos, incluso en lo que evocaba cada una cuando se hablaba con ella años después, pidiéndole que volviese a recordar el acontecimiento.

Son muchísimas las evidencias de que los recuerdos no son una copia fiel de lo que sucedió, sino que están teñidos por la percepción y se modifican con el paso del tiempo. En esa construcción también intervienen otros factores, como los medios de comunicación y el relato de otras personas que añaden detalles que acaban distorsionando la fidelidad de la memoria.

Parte V

El cerebro creativo, la motivación y el desarrollo de las capacidades cerebrales

KAP

—Estoy pensando apuntarme a un curso para estimular el cerebro y potenciar la memoria...
—¿Para qué?
—¿Para qué, qué?

En esta parte...

La creatividad se considera la punta del iceberg de la inteligencia humana, pues implica importantes propiedades del pensamiento como el razonamiento, la asociación semántica, la imaginación y la fantasía. Junto a la motivación, es el motor que impulsa al ser humano hacia sus logros y avances.

En el primer capítulo de esta parte abordaré el tema de la neurobiología de la creatividad y destinaré algunos apartados a identificar a sus principales enemigos. En el siguiente te hablaré sobre la motivación y te explicaré qué es y cómo funciona el sistema de recompensas del cerebro. Después comentaré los hábitos que pueden provocar daños en el cerebro o afectar a su funcionamiento, centrándome en el estrés.

Y como todos los seres humanos pueden mejorar, desarrollar y potenciar sus capacidades cerebrales si se lo proponen, dedico los últimos capítulos de esta parte al entrenamiento cerebral.

Capítulo 16

El cerebro creativo

En este capítulo

- Sabrás la verdad sobre algunos mitos acerca de la creatividad
- Descubrirás los mecanismos cerebrales de la creatividad
- Te explicaré por qué a veces no somos creativos

Hay personas para quienes la creatividad es una especie de talento natural con el que se ha dotado a un grupo de elegidos; para otras, es una especie de don divino. En mi opinión, hay que desmitificar estas creencias, pues en ellas subyace una concepción determinista que subestima lo que cada uno puede hacer para desarrollar su potencial.

Si bien es cierto que hay individuos más creativos que otros, también lo es que la creatividad es una habilidad que todos los seres humanos, si se lo proponen, pueden desarrollar. Asimismo, y como en el famoso cuento del *Patito feo*, la historia muestra muchos casos de personas que, sin ninguna chispa aparente, han logrado creaciones extraordinarias.

Como verás en este capítulo, las neurociencias han conseguido investigar lo que sucede en el cerebro durante los procesos creativos, como también en qué medida influye el tipo de pensamiento y el estilo de vida en éstos. Por lo tanto, si aprendes a reconocer en ti esa extraordinaria capacidad que, como humanos, tenemos casi todos, estarás dando un gran paso hacia el desarrollo del enorme potencial con el que tu cerebro ha venido a este mundo.

- ✔ Los seres humanos hemos sido dotados de un potencial creativo prácticamente ilimitado.
- ✔ Ese potencial puede desarrollarse si aprendemos a utilizar el cerebro.
- ✔ A la luz de los descubrimientos neurocientíficos, se han desarrollado herramientas muy efectivas para "despertar" el cerebro creativo y reducir o minimizar la acción de los bloqueos.

¿Q ué significa *crear*?

Crear es lo que nos diferencia de los animales (con quienes compartimos las habilidades límbicas) y las máquinas (con los ordenadores compartimos la capacidad de razonamiento lógico).

Por ejemplo, si pudieras utilizar un resonador para ver qué ocurre en el cerebro de una persona durante un acto creativo, observarías que las mayores activaciones se producen en regiones de la corteza que han alcanzado un alto grado de evolución en el ser humano. También podrías detectar que se iluminan algunas zonas más antiguas, como las que integran el sistema límbico (emocional, visceral).

Si bien muchos simios se comportan como si tuvieran mentes parecidas a la del hombre y son capaces de coordinar sus acciones, por ejemplo, para cascar un huevo o cazar una presa, es imposible que puedan combinar sus habilidades para construir un coche o un avión, lo cual se observa en su anatomía cerebral.

La principal diferencia entre el cerebro de los primates y el del hombre se refleja en la corteza cerebral, dado que en ella reside la capacidad de pensar, asociar, crear, innovar y relacionarse con los demás. Esto es muy importante, ya que la vida social es decisiva en la evolución del cerebro creativo.

De hecho, si no se compartiera el conocimiento, difícilmente podrían combinarse los elementos de la naturaleza para edificar un estadio de fútbol o construir una nave espacial. Tampoco hubiera sido posible la evolución de la tecnología que hoy nos permite ver un cerebro por dentro mientras está activo.

Por lo tanto, y en síntesis:

- ✔ *Crear* significa generar ideas nuevas e inusuales, lo cual implica un trabajo que libere al cerebro de esquemas de pensamiento estereotipados.
- ✔ *Crear* es un proceso que, aunque sus resultados se presenten de forma individual, necesita de lo social.
- ✔ La actividad creativa incluye diferentes propiedades del pensamiento (facilidad para generar ideas, capacidad para la asociación semántica, originalidad de las ideas, imaginación, fantasía y procesamiento semántico) y la integración de estas propiedades a la experiencia de vida de un individuo.

Como verás, la comprensión de los circuitos cerebrales que intervienen en la producción creativa y en los que se interponen (principalmente la influencia emocional y el tipo de pensamiento) es fundamental para entender por qué un cerebro es o no creativo.

Neurobiología de la creatividad

La creatividad implica un complejo proceso cerebral en el que casi todo el cerebro tiene su papel, principalmente la corteza y algunas estructuras del sistema límbico. Como no quiero llenar el libro de referencias anatómicas, sino introducirte en el tema para que empieces a desarrollar tu potencial creativo, en este apartado citaré las investigaciones que considero más relevantes.

✔ Uno de los primeros especialistas interesados en situar el proceso de creatividad anatómicamente fue Silvano Arieti. Tras diferentes estudios, propuso que el acto creativo se asociaba con una mayor actividad en la corteza parietal-

temporal-occipital y con un incremento en la interacción de ésta con la corteza prefrontal.

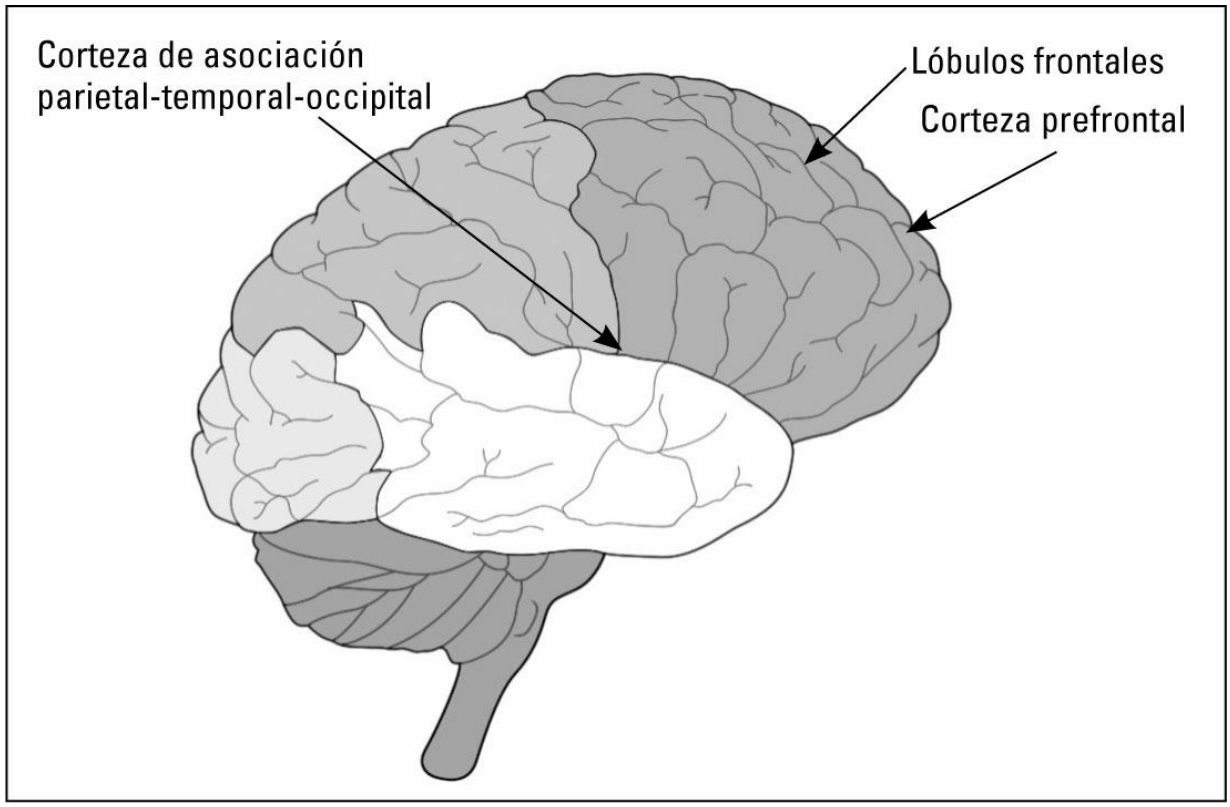


Figura 16-1:
Zonas cerebrales vinculadas a la creatividad

En ambas zonas (que procesan información del entorno y de otras áreas del cerebro) se llevan a cabo procesos cognitivos complejos, como los relacionados con el pensamiento abstracto. Asimismo, la corteza de asociación parietal-temporal-occipital tiene importantes conexiones con el sistema límbico (emocional) y algunas zonas de los lóbulos frontales (implicados en las funciones más avanzadas que caracterizan al ser humano, como el juicio, el control de los impulsos y la toma de decisiones).

En 2004 se publicó una investigación cuyos resultados mostraron una correlación entre la creatividad y el flujo cerebral de zonas implicadas en funciones cognitivas elevadas. Esta investigación (a cargo de Chávez, Graff-Guerrero y sus colaboradores) demostró que:

✔ El proceso creativo abarca amplias zonas del cerebro.

✔ Existe una activación intensa de la corteza prefrontal y, en menor grado, de

otras zonas de los lóbulos frontales durante los procesos creativos.

A nivel funcional, parecería que, a pesar de que la chispa creativa se origina en el hemisferio derecho, es necesaria la participación del izquierdo para elaborar los argumentos que expresen la idea para su concreción posterior.

Otras investigaciones coinciden en que en el cerebro existe una especie de trabajo sincronizado durante el cual algunas áreas se encienden mientras otras permanecen apagadas durante los procesos creativos.

Por ejemplo, se ha observado que, durante la etapa de generación de ideas, se activan las zonas que procesan las habilidades visoespaciales mientras que otras, como la corteza prefrontal, se mantienen inactivas. Esto se relaciona con la inteligencia del cerebro para ahorrar energía: optimiza el trabajo de las zonas creativas y propicia el descanso de las que intervendrán después, cuando sea necesario darle forma a la idea y comunicarla.

En una de estas investigaciones (de la Universidad de British Columbia) se seleccionó a un grupo de estudiantes de arte cuyos cerebros fueron escaneados mientras creaban ilustraciones para cubiertas de libros. Para ello tenían que trabajar en dos etapas: primero, elaborar las ideas y, después, evaluarlas. Durante la segunda etapa se observó que la actividad en la corteza prefrontal era intensa. En síntesis:

- ✔ La creatividad se asocia con un mayor flujo sanguíneo de las áreas implicadas en el procesamiento multimodal, el procesamiento de emociones y en funciones cognitivas complejas, así que implica gran parte del cerebro y algunas zonas del cerebelo.
- ✔ La zona de mayor activación es la corteza prefrontal, que recibe información sensitiva de las áreas visuales, auditivas y somatosensoriales, y, asimismo, información del cerebelo, del hipocampo, del hipotálamo y de la amígdala.
- ✔ La riqueza de estas interconexiones constituye la base sobre la que se apoya la creatividad.

Temporalidad, conciencia y metaconciencia en el acto creativo

La relación entre la temporalidad, el tipo de pensamiento de un individuo (un tema sobre el que puedes profundizar en el capítulo 10) y sus logros evidencian que cualquier ser humano puede preparar su cerebro para ser más creativo y neutralizar la acción de los famosos bloqueos (lo comento más adelante en este capítulo).

Asimismo, se ha demostrado que el pensamiento metaconsciente predomina cuando alguien llega al famoso momento "Eureka" y que, en muchos casos, se produce durante el sueño. Por ejemplo:

- ✔ Durante una investigación realizada de forma conjunta por las universidades Drexel y Northwestern (Estados Unidos), se observó que los pensamientos asociados a la creatividad estimulan zonas cerebrales diferentes de las que se activan cuando se utiliza el pensamiento metodológico.
- ✔ Mediante neuroimágenes, se ha observado que las personas particularmente creativas experimentan cambios en el lóbulo temporal y que, en la mayor parte de los casos, se producen mientras sueñan.

Sin el lóbulo temporal, el cerebro no podría interpretar lo que importa emocionalmente, lo cual dificultaría la creatividad. Asimismo, la actividad del lóbulo frontal —que en estados de vigilia actúa como una especie de censor, pues alberga el pensamiento crítico— queda reducida o eliminada. Tal vez por eso muchos de los grandes inventores afirmaron que sus descubrimientos provienen de sus sueños.

La investigación de las universidades de Drexel y Northwestern

El experimento consistió en integrar grupos que debían resolver rompecabezas mientras su actividad cerebral era controlada con electroencefalogramas y resonancia magnética. Se observó lo siguiente:

✔ Algunos participantes comprendían la solución de repente. En estos casos, la mayor actividad cerebral se generaba en una área del lóbulo temporal que participa en el procesamiento conceptual y en zonas del lóbulo frontal que se

ocupan de procesos cognitivos.

✔ Otros probaban diferentes métodos para encontrar el resultado. En este caso, la actividad era más intensa en la corteza visual, revelando que focalizaban su atención en la pantalla del ordenador en la que aparecía el problema que debían resolver.

Lo que quiero demostrar es que todo ser humano puede prepararse para ser más creativo si comprende estos procesos y los controla.

Uno de los ejemplos más interesantes de un acto de creación que, según su autor, Friedrich August Kekulé, se produjo durante un sueño, es de los anillos del benceno, una de las estructuras fundamentales de la química orgánica, y lo relató de esta manera: "Volví mi butaca hacia el fuego y me adormecí. De nuevo, los átomos caracoleaban y danzaban ante mis ojos. Esta vez, los grupos atómicos más pequeños se mantenían, modestamente, en segundo plano. El ojo de mi mente, al que repetidas visiones de esta naturaleza habían dado mayor agudeza, ahora era capaz de distinguir estructuras mayores, de múltiples configuraciones: largas hileras, a veces más íntimamente ceñidas unas a otras, todas enroscadas y entretejidas entre sí, serpeando como culebras. Mas, ¡atención! ¿Qué es eso? Una de las culebras había mordido su propia cola, y la figura que formaba giraba sobre sí misma, burlonamente, ante mis ojos. Como por el chispazo de un relámpago, me desperté".

Me encanta este relato de Kekulé, es fantástico. ¿Alguna vez has estado pensando en un problema todo el día y, por la mañana, al despertarte, has encontrado la solución?

Si la respuesta es afirmativa, se debe a que, cuando duermes o estás en ese estado de duermevela, tu pensamiento no queda suspendido, sino que está en un orden diferente, el metaconsciente y, desde allí, dirige no sólo la toma de decisiones y otros procesos relacionados con tu conducta, sino también, y particularmente, tus actos creativos. En síntesis:

- ✔ Las investigaciones en neurociencias coinciden en que la creatividad comprende el cerebro completo y que, durante el sueño, existe un menor estado de conciencia (metaconciencia) que la favorece.
- ✔ Durante el sueño se relajan los controles conscientes y la mente se libera de las elucubraciones que restringen la inteligencia creativa. Esto significa que, aunque el cuerpo duerma, la mente no lo hace, sino que practica activamente otro tipo de conciencia.
- ✔ Ya sea durante o el sueño o en estados de relajación profunda, el pensamiento metaconsciente puede generar combinaciones novedosas de ideas porque es menos rígido y especializado que el consciente. Esto hace que todo parezca posible en los sueños, donde las conexiones entre un pensamiento y otro parecen ser infinitas.

Al respecto, un equipo de investigadores de la Universidad de Lübeck (Alemania) estudió la actividad cerebral en un grupo de participantes mientras dormían. Al acabar, llegó a la conclusión de que la actividad neuronal es más eficaz cuando las personas duermen profundamente. Su director lo expresó de este modo: "Durante el sueño nacen las mejores ideas; por ello, es el mejor aliado de la genialidad".

De todo lo expuesto, me gustaría que te quedaras con tres ideas clave:

1. Inteligencia y creatividad están íntimamente relacionadas, ya que ambas son el resultado de un complejo procesamiento ejecutivo-emocional y tienen una base neurobiológica similar.

2. Si quieres ser más creativo, empieza por estimular los neurocircuitos en los que se apoya la creatividad y descubre en ti el origen de los bloqueos. (En este capítulo encontrarás un apartado sobre el tema.)

3. La preparación creativa implica entender cómo funciona el pensamiento controlado y los sistemas de recompensa del cerebro (que intervienen en dirigir el comportamiento hacia una meta).

Identifica a los enemigos de la creatividad

Aunque todos los seres humanos poseemos potencial para crear, éste varía de un individuo a otro. En lo personal, y tras años de investigar este tema y de formar a muchas personas en creatividad, he llegado a la conclusión de que las diferencias residen en el tipo de pensamiento (los individuos negativos raramente generan soluciones extraordinarias) y en los bloqueos de los que no se suele ser consciente (en la mayor parte de los casos).

Reconozco, claro, que si doscientos arquitectos asistiesen a un curso de pintura, pocos (o tal vez ninguno) lograría hacerlo como Goya. Tampoco podrían darle una impronta a una ciudad como lo hizo el fantástico Antoni Gaudí en Barcelona, a pesar de pasarse años estudiando. Sin embargo, y esto lo subrayo, estas facultades son de tipo dominio-específicas y se despliegan en un campo creativo determinado. Lo que me interesa destacar aquí es que la creatividad es un fenómeno inherente a todos los seres humanos. Está presente en los momentos más sencillos de la vida y depende, en gran medida, de la capacidad para liberarla de todo lo que la bloquee.

Descubre el origen de tus bloqueos

A continuación, ofrezco 10 pistas para que identifiques estos bloqueos en ti y, después, unas sugerencias para liberar tu cerebro de su influencia negativa.

1. Los mapas mentales

Se construyen como resultado del aprendizaje y de la experiencia, y actúan como filtros que estructuran el pensamiento y hacen que alguien acepte determinados puntos de vista y rechace otros, decida qué es aceptable y qué no lo es.

Si ya has leído el capítulo 10, sabes que la percepción de la realidad está condicionada por la construcción que cada sujeto realiza sobre ella y que, tal como dice el Talmud, los seres humanos “no vemos las cosas como son; vemos las cosas como somos”. Estas diferencias se deben a la presencia de dogmas, es decir, de ideas y creencias preconcebidas que se han formado a lo largo de la vida.

Los bloqueos a la creatividad se producen, en parte, porque los mapas mentales impiden experimentar fenómenos que desafíen las estructuras y los supuestos previos que alguien ha construido.

Más aún: a la lucha contra los mapas mentales propios se deben sumar las controversias que generan los mapas ajenos. La historia de la humanidad está llena de avances gestados por quienes se cuestionaron los modelos de su época a pesar de las consecuencias que podía comportar su actitud.

Uno de los casos más injustos fue el castigo impartido a Galileo por confirmar que el centro del universo era el Sol. Otro gran desacierto fue el despido de Thomas Edison por "perder el tiempo" en inventar un aparato que grababa automáticamente los mensajes, sin importar la velocidad a la que fueran enviados.

Si buscas en las páginas de la historia, encontrarás más ejemplos. Así podrás ver claramente el efecto nocivo del pensamiento estructurado a partir de mapas mentales cuando éstos no se cuestionan.

2. El pensamiento lógico

Quienes enfatizan los procesos lineales, metodológicos, impiden el flujo de ideas que surge de la riqueza de las asociaciones que realiza su metaconciencia. Para demostrártelo, tomaré como ejemplo la observación que realiza James Adams *(Conceptual blockbusting; a guide to better ideas)* sobre los descubridores de la estructura del ADN (James Watson y Francis Crick):

"Watson y Crick confiaron en la inspiración, la iteración y la visualización. A pesar de que ambos eran excelentes bioquímicos, no disponían de precedente alguno a partir del cual pudieran deducir sus estructuras, y tuvieron, por lo tanto, que fiarse mucho del pensamiento 'a zurdas' (intuitivo, no lógico)".

Según Adams, los descubridores del ADN no podían basarse en trabajos anteriores. En consecuencia, se vieron obligados a recurrir a su intuición para crear algo absolutamente nuevo.

Este caso indica, como muchos otros, que una mente liberada de la forma

tradicional de afrontar un problema, es decir, si deja de lado el razonamiento lógico, tiene más posibilidades de encontrar soluciones imposibles de imaginar hasta entonces.

3. La experiencia anterior

Recurrir a una receta que fue útil en el pasado conlleva el riesgo de limitar o "encorsetar" el punto de vista, lo cual impedirá el flujo de ideas necesario para resolver un problema nuevo. Como la humanidad está en una situación de permanente cambio, ninguna respuesta puede ajustarse a una situación presente si se basa en una o varias experiencias pasadas.

La creatividad exige transitar por caminos desconocidos, pues sólo ellos conducirán al descubrimiento de una solución innovadora.

4. Los juicios

La presunción de que una idea pueda ser absurda o inviable es uno de los enemigos más poderosos de la creatividad. Lamentablemente, es habitual que haya quien reaccione ante las ideas que consideran excéntricas acribillando al autor con razones por las que no funcionarán, aunque no hayan dedicado el tiempo necesario para explorarlas en profundidad.

Para superar esta barrera, hay que evitar caer en la trampa. Lo importante es conservar la magia del proceso creativo, defendiendo las ideas y salvándolas del rechazo prematuro.

5. La autoinhibición

Para comprender el alcance de la autoinhibición, fíjate en los niños: la mayoría son auténticas fábricas generadoras de creatividad: cuatro sillas, tres cuerdas y algunos peluches se transforman en los vagones de un tren con pasajeros; un palo de escoba y una manta son una nave espacial, y un poco de arena se convierte en un imponente castillo medieval. Constantemente exploran, preguntan, curiosean.

¿Qué ocurre al crecer? Las investigaciones sugieren que la mayoría de las personas nacen como verdaderos motores creativos, así que las claves de la autoinhibición hay que buscarlas en los juicios de los demás, principalmente de los padres y la cultura (que suelen desempeñar un papel de censura y represión gradual).

6. La falta de confianza en uno mismo

Las personas inseguras, con baja autoestima, suelen dudar de sus propias ideas, aunque éstas podrían ser extraordinarias si les dieran una oportunidad. Este problema, que afecta a millones de individuos, impide que desarrollen su potencial creativo (a no ser que se den cuenta y decidan buscar la ayuda profesional necesaria para resolverlo).

7. La falta de motivación

Si bien por sí misma la motivación no genera soluciones innovadoras, es un componente imprescindible de la creatividad. Einstein, Newton, Disney, Leonardo... todos son ejemplos de individuos entregados a un trabajo que les apasionaba.

8. Las emociones negativas

El bloqueo que imponen las emociones negativas a la creatividad es muy importante, pues trastocan la actividad de la corteza prefrontal. Si esta zona, fundamental en el acto creativo, está ocupada procesando emociones negativas, es imposible que alguien pueda generar ideas innovadoras o hallar una solución ingeniosa a un problema.

9. La apatía y la ausencia de curiosidad

Sin curiosidad y entusiasmo no puede haber creatividad. Si lees sobre los grandes genios de la historia universal, descubrirás que casi todos eran muy curiosos.

En el caso de Leonardo da Vinci, él afirmó que la curiosidad fue el combustible que alimentó su genio a lo largo de su vida y que nunca menguó su interés por investigar y cuestionar el saber de su época. Observa lo que escribió en su momento sobre este impulso: “Estuve vagando por el campo en busca de respuestas a las cosas que no entiendo. ¿Por qué hay conchas en las cimas de las montañas, junto con huellas de corales y de plantas y de algas que usualmente se encuentran en el fondo del mar?

”¿Cómo se forman varios círculos de agua alrededor del punto donde ha caído una piedra? ¿Por qué se sostiene un pájaro en el aire? Estas cuestiones y otros extraños fenómenos ocupan mi pensamiento a lo largo de mi vida”.

Queda claro, entonces, que la creatividad depende, en gran parte, de una mente abierta a un sinnúmero de preguntas y que éstas deben formularse desde diferentes perspectivas.

10. La obsesión por encontrar la solución y el cansancio

El proceso creativo se caracteriza por períodos durante los cuales no existe una reflexión consciente sobre un tema ya que, cuando éste se instala, el cerebro sigue trabajando en la búsqueda de una solución desde las profundidades del pensamiento.

Esta etapa tiene sus propios tiempos, no puede acelerarse ni controlarse. Cuando se inicia, sigue su propio ritmo hasta llegar a término. Al respecto, el famoso matemático Henri Poincaré señaló lo siguiente:

"Cuando trabajamos en algún tema difícil, el primer intento no suele conducirnos a nada. Entonces nos tomamos un descanso, breve o prolongado, y volvemos a ponernos manos a la obra. Durante la primera hora, igual que antes, seguimos sin encontrar nada, y entonces, de repente, la idea clave se nos aparece en la mente".

Durante los últimos años se han realizado muchos experimentos que demuestran estas afirmaciones de Poincaré. La mayoría de las pruebas presentan a los participantes un problema que no pueden resolver en un primer intento, por lo cual se les da una nueva oportunidad después de una pausa.

Los resultados que se obtienen con esta técnica siempre mejoran. Más aún, las pausas largas ofrecen mejores ideas que las cortas y esto se debe, a veces, a que las personas optan por relajarse, alcanzando los estados de ensoñación o de menor grado de conciencia que exige la creatividad.

Como ves, la relajación física e intelectual es fundamental para ser creativo, pues la búsqueda de una respuesta bajo presión siempre produce resultados negativos.

Aunque no estés trabajando en un tema, tu metaconsciente sí lo hará. Por ello, cuando menos te lo esperes, surgirá la respuesta que buscabas.

En la guía rápida he incluido diez consejos para despertar el potencial creativo de tu cerebro, pero quiero cerrar este capítulo con tres ideas que resumen las claves de la creatividad:

- ✔ La mente creativa posee un equilibrio dinámico, integrado, entre la intencionalidad y la visualización de las acciones.
- ✔ El metaconsciente dirige la actividad cerebral de combinación de ideas, recorre las redes neuronales, analiza cada asociación y le dice al consciente cuáles son valiosas.
- ✔ Gran parte del trabajo para desbloquear la inteligencia creativa consiste en reconocer que "el mundo" no es más que una construcción personal que puede cambiar si alguien es capaz de desafiar sus propios dogmas.

Capítulo 17

La motivación en el cerebro

En este capítulo

- Te muestro la neurobiología de la motivación
- Te presento las estructuras y los neurocircuitos del sistema cerebral de recompensas
- Conocerás las influencias internas y externas en los estados de motivación y desmotivación

La *motivación* puede definirse como una especie de motor neurofisiológico que desencadena una conducta orientada a un fin, normalmente conseguir un logro o beneficio.

Es uno de los fenómenos más visibles entre quienes tienen éxito, pues su fuerza le ayuda a superar los obstáculos que se les presentan hasta alcanzar sus objetivos una y otra vez.

A nivel cerebral, la satisfacción asociada a la consecución de las metas activa el sistema de recompensas y libera un neurotransmisor, la dopamina. Ello provoca una sensación de bienestar interior, placer y optimismo que se convierte en una especie de círculo virtuoso, ya que renueva el entusiasmo y, consecuentemente, refuerza la motivación. (En el capítulo 4 tienes más información sobre los neurotransmisores.)

En algunos casos, la actividad de las neuronas dopaminérgicas es tan intensa que genera un estado de felicidad y éxtasis perdurable. De esta forma fortalece el sistema inmunológico, pues la motivación también es un componente fundamental para mantener una vida saludable.

Ésta es una de las razones por las cuales, cuando me preguntan si existe alguna pastilla que dé vitalidad y mejore las funciones cerebrales, respondo que las hay, pero que no deben buscarlas en la farmacia, sino en su interior.

Todo el mundo puede ejercitarse para que su cerebro produzca de forma natural las sustancias químicas que la predispondrán a sentirse con la energía necesaria para generar y concretar proyectos.

En algunos casos, sólo necesitarás un cambio en la forma de pensar y en el estilo de vida. En otros, quizá necesites ayuda externa. Afortunadamente, la neuropsicología ha desarrollado herramientas muy efectivas para adentrarse en las profundidades de la desmotivación, y las técnicas que se utilizan en los gimnasios cerebrales ofrecen muy buenos resultados.

Por ello, si tú eres una de esas personas que atraviesan un momento de desmotivación, no te preocupes. Ten presente lo siguiente:

La falta de motivación puede ser transitoria y de fácil solución, siempre que se quiera conocer el porqué y se esté decidido a realizar los cambios necesarios, tanto en la forma de pensar como en el estilo de vida.

Qué es la motivación

La motivación es el conjunto de estímulos que impulsan a alguien a realizar unas acciones concretas y a mantenerlas para su culminación; es el impulso que inicia, guía y mantiene el comportamiento hasta alcanzar la meta u objetivo deseado.

Neurológicamente, implica el análisis del conjunto de procesos cognitivos y emocionales que determinan con qué fuerza se desencadena un impulso y en qué dirección se encauza la energía que activa el sistema de recompensas del cerebro.

Aunque la mayor parte de las experiencias motivacionales son conscientes, por ejemplo, el esfuerzo por lograr un ascenso en el trabajo o la intensa dedicación al estudio para obtener una beca, existen muchos procesos relacionados con este sistema que se realizan de forma metaconsciente.

De qué depende la motivación

Los estímulos que desencadenan la motivación pueden ser internos o externos. En el primer caso, el impulso y su energía son innatos al individuo. En el segundo, pueden encontrarse en el contexto.

Por ejemplo, la motivación de los niños depende de lo que hagan sus padres, las empresas implementan técnicas desarrolladas por el neuromanagement para motivar a sus empleados y, por qué no decirlo, tanto los hombres como las mujeres se sienten más motivados cuando se enamoran.

En los siguientes apartados sintetizaré los principales factores que gravitan sobre la motivación o desmotivación de las personas.

Las expectativas de recompensa

Las personas tienden a comportarse en función de una satisfacción o beneficio esperado, y la magnitud de la recompensa que quieren obtener determina el grado de movilización. Como el sistema de recompensas del cerebro es un neurocircuito dopaminérgico, las anormalidades en los niveles de este neurotransmisor influyen en la motivación.

En la figura 17-1 te muestro el neurocircuito de la dopamina y las principales estructuras que integran el sistema de recompensa.

Cuando alguien no consigue lo que espera o aquello por lo que tanto se ha esforzado, la dopamina envía al cerebro señales de alerta, lo cual desencadena reacciones que pueden provocar un estado depresivo que suele ser transitorio.

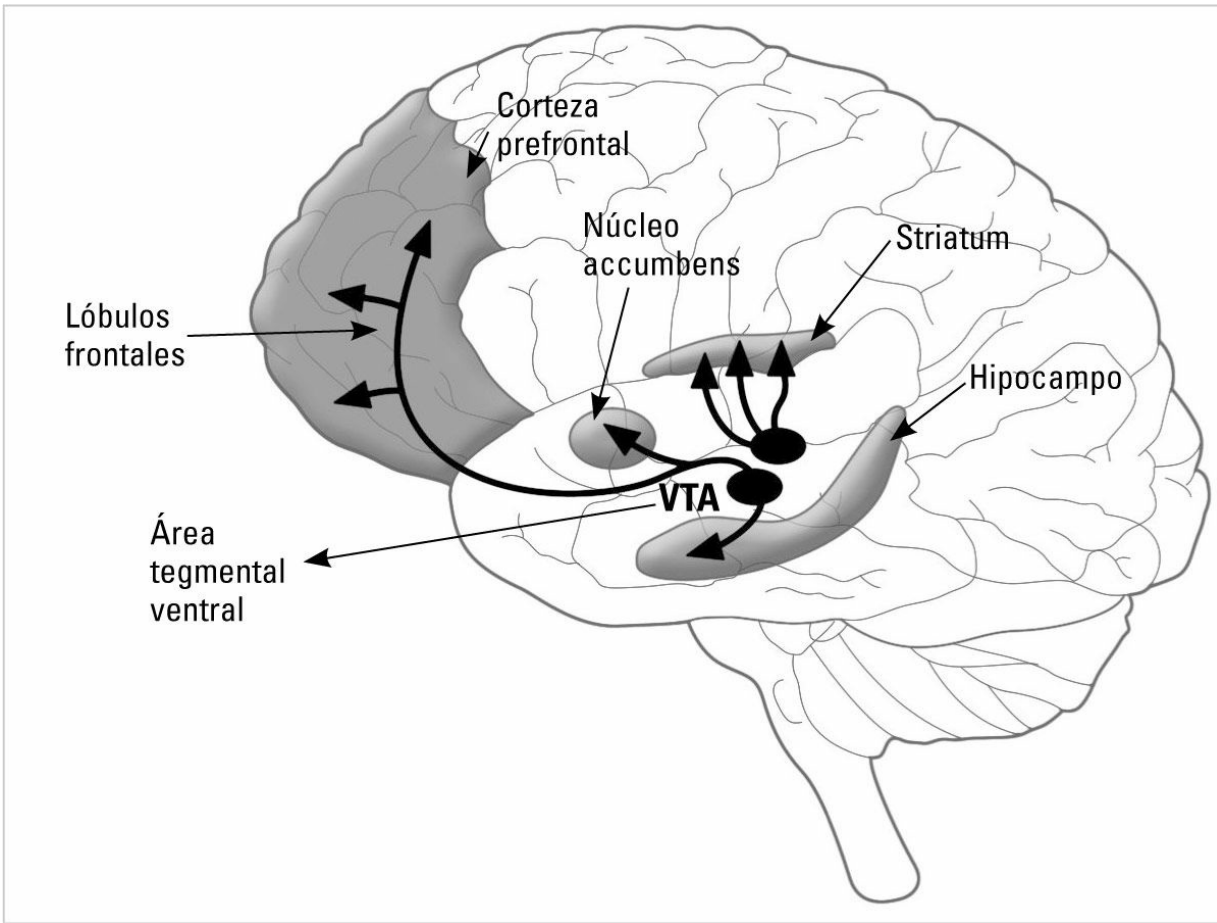


Figura 17-1
Neurocircuito dopaminérgico

Como esto influye en la información que se dirige hacia los lóbulos frontales, cuando los niveles de este neurotransmisor son más bajos de lo normal, no sólo afecta a la motivación, sino también a la memoria de trabajo, la resolución de problemas y la toma de decisiones.

Además, las investigaciones neurológicas destinadas a analizar los mecanismos de la motivación han detectado la participación de otras zonas, entre ellas:

- ✔ **La corteza cingular o cíngulo:** Evalúa las sensaciones que puede proporcionar un estímulo determinado (recibe información emocional del sistema límbico y está conectada con las áreas de los lóbulos frontales que actúan como soporte de la atención, la planificación, la motivación y la conducta).
- ✔ **La amígdala:** Interviene en la intensidad de las emociones asociadas a la recompensa.
- ✔ **El pallidum ventral:** Un estudio publicado en la revista *Science* (en mayo de 2007) demostró mediante fMRI que las personas

> aumentaban su esfuerzo al saber que obtendrían un beneficio, aunque fuera a nivel no consciente. Al analizar la actividad cerebral, se descubrió que esta estructura se activaba ante esa posibilidad enviando mensajes a las regiones motoras, que dirigen el comportamiento en función de la recompensa esperada.

Por último, y dado que el sistema de recompensas del cerebro se estudia constantemente para resolver el problema de las adicciones (las drogas estimulan los centros de placer y generan dependencia), dentro de poco podremos descubrir la base biológica de la motivación y, paralelamente, desarrollar nuevas técnicas que permitan ayudar a las personas a superar sus períodos de desmotivación.

La importancia del placer en la motivación

Los estados de placer y bienestar son factores imprescindibles para mantener en marcha el motor interno, ya que una de las principales consecuencias de la ausencia de placer es la desmotivación. Afortunadamente, la vida está llena de placeres que podríamos llamar sanos, como disfrutar de la comida, un buen vino, viajes, música, de los servicios de spa o de la actividad sexual.

Cuando algunos deseos traspasan lo que podríamos llamar "la línea" (me refiero a la búsqueda de placer a través del alcohol, el tabaco y, fundamentalmente, las drogas), las consecuencias pueden ser graves, pues provocan cambios nocivos en el cerebro, y todos debemos ser conscientes de ello.

Por ejemplo, en 2013 se publicó una investigación realizada por científicos de la Universidad de Michigan, en Estados Unidos, según la cual determinadas activaciones (principalmente del núcleo accumbens) pueden generar propensión a algo hacia lo cual antes se sentía aversión. Esto explica por qué un individuo que rechazaba las drogas puede convertirse en un adicto después de probarlas, aunque sepa cuáles son sus consecuencias.

En dicha investigación (dirigida por Mike Robinson) se estudió cómo respondía un grupo de ratas a un terrón de azúcar y, paralelamente, a una solución de sal del mar Muerto. Los animales comían azúcar y rechazaban la sal hasta que... les provocaron un cambio en el cerebro inducido por fármacos.

Después de administrárselos, no podían dejar de tomar sal de forma compulsiva, aunque se había comprobado que no les gustaba.

Robinson llegó a la conclusión de que el cambio en la motivación se debe a la activación de circuitos neuronales del núcleo accumbens y que, en este caso, la recompensa esperada (que el cerebro ya conoce) desencadena una intensa motivación.

El impacto de la fatiga mental

Uno de los factores que afecta negativamente a la motivación (por fortuna de forma transitoria) es la fatiga. Mediante fMRI, se ha observado que la exigencia excesiva y el cansancio reducen la actividad de una zona de la corteza cingular (anterior), con lo cual se alteran negativamente la iniciativa, el impulso y la motivación y, a su vez, se favorece la disminución de los niveles de dopamina en el cerebro.

Esta investigación, sumada a otras que confirman los efectos negativos de la fatiga intelectual, demuestra la importancia de modificar hábitos e incorporar actividades que permitan "reiniciar" el cerebro. Algo tan sencillo como las pausas, un café o una caminata, una siesta o un rato de ejercicio, entre otras alternativas, propician la puesta a punto del sistema neurológico y contribuyen no sólo a un mayor rendimiento, sino también al aumento de los niveles de motivación como resultado de la activación del sistema de recompensas.

El reloj biológico y la siesta energética

Muchas de las funciones vitales del organismo las dirigen sistemas muy complejos en los que determinadas neuronas, neurotransmisores y otras sustancias siguen el ritmo de un mecanismo preciso y constante. En los seres humanos, este mecanismo funciona con un ciclo de veinticuatro horas, que se conoce como *reloj biológico* o *ciclo cicardiano*.

Este reloj mide el tiempo en función de determinadas claves ambientales, como el día y la noche, y controla la temperatura del cuerpo, el rendimiento cardíaco y el consumo de oxígeno, entre otras funciones. Cuando el ritmo se altera, pueden aparecer trastornos de sueño, cansancio y deficiencias en los mecanismos de memoria y atención, que afectan al rendimiento de las

funciones ejecutivas y la motivación (dada la poca energía).

Por eso, es necesario ser consciente de la necesidad de hacer una pausa para hacer una siesta energética o fisiológica cada día, ya sea en casa, en la oficina o en lugares preparados para este fin. Además, hay que evitar los alimentos que afecten a la sincronía del ciclo circadiano durante el almuerzo, como los platos y postres ricos en grasas e hidratos de carbono.

La siesta energética es una solicitud reparadora para el cerebro y suele durar entre 15 y 30 minutos como máximo. Es un sueño liviano, superficial, justo después de almorzar, sentado o recostado en confortables sillas o sillones.

Varias investigaciones han corroborado los beneficios de estas pausas, entre ellas, la dirigida por Andrei Medvedev (Universidad de Georgetown, Washington), que consistió en observar la actividad cerebral de 15 participantes mientras realizaban una siesta corta. Como las neuroimágenes revelaron más actividad en el hemisferio derecho, se llegó a la conclusión de que el cerebro se "limpia" durante la siesta, con lo cual mejoran las funciones cognitivas.

La siesta energética ofrece grandes beneficios al cerebro que repercuten no sólo en la motivación, sino también, y fundamentalmente, en el rendimiento intelectual: aumenta la velocidad del pensamiento, mejora la capacidad de atención y concentración, potencia los procesos de consolidación de la memoria, facilita la resolución de problemas y favorece la claridad mental necesaria para el razonamiento y la toma de decisiones.

Casi todo el mundo siente que sus sistemas de alerta decaen hacia las dos de la tarde. Algunas recurren al café; otras, a bebidas energéticas. Te recomiendo que aproveches ese momento del día para ir a un hotel o restaurante que ofrezca servicio de siesta (los encontrarás en la mayoría de las ciudades importantes).

Por ejemplo, si estás en casa o puedes desconectar de todo y de todos en tu trabajo durante media hora, puedes imitar al famoso pintor español Salvador Dalí: duerme recostado con un juego de llaves en la mano y asegúrate de que debajo haya algo de cerámica o de metal (Dalí utilizaba un cuenco). Cuando llegues al punto de relajación, tu mano soltará las llaves y el golpe de éstas en el metal te despertará. Después, comprueba cómo le ha ido a tu cerebro durante el día.

Los efectos de la sensación de injusticia, las frustraciones y la comparación social

La angustia y (en muchos casos) la rabia que desencadena la sensación de injusticia es uno de los peores enemigos de la motivación. Lamentablemente, se produce en una gran cantidad de ámbitos familiares y sociales: algunos hijos creen que sus padres quieren más a sus hermanos, hay empleados que no se sienten reconocidos por su esfuerzo, algunos alumnos están convencidos de que sus profesores les tienen manía y que, sin importar sus logros, seguirán siendo invisibles para ellos.

Estos sentimientos se relacionan con la frustración, que es el estado de decepción que experimenta un individuo cuando sus expectativas no son satisfechas. En todos los casos, las emociones negativas y el sufrimiento que generan estas situaciones (que acaban convirtiéndose en una especie de profecía) destrozan su motivación.

Algunas investigaciones neurocientíficas han estudiado la actividad cerebral relacionada con la frustración y la sensación de injusticia. Veamos los resultados obtenidos:

En 2005, un estudio realizado por Birgit Abler y Col detectó que, cuando alguien se siente frustrado, se activan la ínsula anterior derecha y la corteza prefrontal derecha. La ínsula (o corteza insular) se encuentra en las profundidades del cerebro. Es un complejo centro de conexión entre el sistema límbico y la neocorteza. Algunos autores la llaman “el quinto lóbulo”.

La ínsula anterior derecha y la corteza prefrontal derecha están implicadas en el procesamiento del dolor emocional y también en el físico, lo cual muestra el nivel de angustia que provoca la frustración.

Mediante fMRI, se observó que las reacciones del cerebro ante lo que se

percibe como injusto provocan un aumento importante en la actividad de la amígdala, que desencadena actitudes agresivas (en los hombres son más intensas que en las mujeres) que conspiran no sólo contra la motivación, sino también contra la correcta actividad de las funciones ejecutivas.

Por ejemplo, durante una investigación realizada en Suecia se monitoreó la actividad cerebral de 35 personas mientras realizaban un juego económico. En los participantes que percibieron una distribución injusta del dinero se observó una notable activación de la amígdala, mientras que los que habían recibido un tranquilizante presentaron niveles bajos de actividad en esta estructura, a pesar de que estaban convencidos de que el reparto de dinero había sido injusto.

Un estudio reciente detectó que las personas experimentan un mayor nivel de recompensa cuando sus ganancias superan a las de sus compañeros de trabajo. Y a la inversa, si alguien obtiene menos que otro por hacer prácticamente lo mismo, su motivación decae. Esto demuestra que no sólo el tamaño de la recompensa influye en la motivación, sino también su comparación, lo que le otorga un valor relativo.

Ello es muy común entre hermanos e integrantes de equipos de trabajo. En las empresas, la evaluación de los beneficios que recibe un empleado está más relacionada con lo que gana otro que trabaja al mismo nivel que con lo que él considera que debe ganar. Algo parecido sucede entre hermanos, aunque los padres estén convencidos de que dan a cada hijo lo mismo.

En síntesis, a nivel cerebral, la omisión de una recompensa (desencadenada por la percepción de injusticia o la imposibilidad de alcanzar una meta) provoca frustración y una reacción emocional negativa dominada por la amígdala.

Cuando alguien se siente frustrado por situaciones externas que no puede controlar, su motivación puede caer en picado.

No dejes para mañana lo que puedas hacer hoy

¿Cuántas veces dijiste que te pondrías a dieta pero no lo has hecho? ¿Cuántas veces te has propuesto estudiar durante todo el curso pero, una vez más, lo has dejado todo para el último momento? ¿En cuántos problemas te has encontrado por dejar para mañana lo que podrías haber hecho hoy? ¿Por qué a veces no hay relación entre tus planes e intenciones y lo que, en definitiva, haces o dejas de hacer?

Las situaciones que describen estas preguntas pueden englobarse en un término referido a la postergación de proyectos y tareas de forma consciente: *procrastinación*.

Es algo que nos pasa a todos, y normalmente se debe a temores, dificultades para afrontar situaciones determinadas, desgana o, simplemente, a la sustitución de lo que se debe hacer por otra cosa más agradable, como ocurre cada vez que pedimos un abundante plato de pasta en vez del bistec con zanahorias que nos ha dicho la dietista.

Cuando la procrastinación es transitoria, no se considera un problema; si se convierte en algo cotidiano, es un asunto que hay que resolver.

Al inicio de todo proceso de motivación, esto es, desde el impulso que lleva a concebir un plan, existe lo que se conoce como intencionalidad previa a cada acción. Sin embargo, es frecuente que dicha intencionalidad se congele, es decir, que permanezca un tiempo en la memoria operativa o en algunos esbozos sobre papel y, después, se olvide o se deseche.

Afortunadamente, y con excepción de los problemas que deben tratarse en los ámbitos de la psicología y la psiquiatría, las neurociencias están registrando extraordinarios avances para entender los neurocircuitos que subyacen o actúan como plataformas de la conducta motivacional, y estamos a punto de encontrar una explicación neurobiológica para muchas preguntas, entre ellas, las relacionadas con la procrastinación.

De momento, se ha comprobado que en el paso de la intención a la acción intervienen zonas cerebrales cargadas de *energía* que controlan las acciones. Como puedes imaginar, la palabra "energía" no está resaltada por casualidad, ya que sin energía no hay motivación.

Considerando que "intención" y "acción" son dos sistemas cerebrales distintos (la intención activa principalmente la región prefrontal anterior medial mientras que la acción activa la región prefrontal posterior medial), se comprende por qué muchas personas se quedan en el plano de las intenciones sin llegar a concretar sus ideas o planes.

Otra de las explicaciones neurobiológicas parece estar en el funcionamiento de los ganglios basales, donde se forman y concentran los circuitos neuronales vinculados con los hábitos rutinarios. Como su funcionamiento consume menos

energía que las zonas de la corteza prefrontal, la inacción no suele tener un origen psicológico, sino orgánico.

Por ejemplo, cuando trabajamos con el ordenador y utilizamos un *software* conocido, el "archivo de rutinas" —localizado en los ganglios basales— libera a la corteza del trabajo de tener que procesar información nueva. Esto hace que muchos de nosotros ejecutemos los programas que utilizamos sin pensar cómo lo hacemos.

Cuando surgen nuevos programas o modelos, debemos cambiar el ordenador o el sistema. La resistencia que muestran muchas personas a este tipo de cambios tiene un origen orgánico: la intensa actividad en la corteza prefrontal evidencia que existe un esfuerzo importante.

Esto se ha observado en las neuroimágenes: cuando el cerebro consume mucha energía aparecen súbitas descargas de luz y, según la densidad de la tarea, las personas experimentan diferentes grados de cansancio.

Como puedes ver, la motivación se asocia a una serie de variables que las neurociencias cognitivas, sociales y afectivas ayudan a desvelar. El conocimiento de estas variables aumenta la cantidad de recursos con los que cuentan las personas para descubrir por qué no están motivadas y resolverlo, como también para estar alerta sobre lo que sus acciones u omisiones provocan en su entorno familiar y social.

Capítulo 18

Tu cerebro te necesita

En este capítulo

- Te detallaré qué hábitos y estilos de vida pueden provocar daños en el cerebro o influir en su funcionamiento
- Te explicaré por qué debes controlar el estrés
- Aprenderás las claves para tener un cerebro ágil y saludable

"Cuida tu cerebro porque, tarde o temprano, te pasará factura." Han pasado más de cuarenta años y la frase de aquel profesor que escuché cuando empecé en la universidad, sigue resonando en mi cabeza.

En aquella época, yo trabajaba en una oficina y estudiaba dos carreras a la vez, comía cualquier cosa, dormía tres horas o menos y estudiaba en las pausas laborales, en el tren y en el bus. No me permitía el lujo de tener momentos de ocio ni tiempo para cuidar mi cerebro, sino todo lo contrario: aceleraba a fondo y lo sometía a una enorme exigencia. Por no hablar de las quejas de quien por entonces era mi novia, hoy mi esposa, Lucía.

Probablemente, la energía que generaba en mí la motivación por el conocimiento compensaba el desgaste, algo normal cuando tienes entre dieciocho y veintidós años. Sin embargo, y aunque he sido hiperactivo toda mi vida, he tenido la suerte de frenar a tiempo.

Por ello, en función de mi experiencia y de lo que he aprendido durante años de investigación sobre el sistema nervioso, me atrevo a decirte lo siguiente: si eres una persona que vive estresada, "no tienes tiempo" para el ejercicio físico, el deporte o las actividades aeróbicas, comes cualquier cosa y a deshora, duermes poco y mal, sueles estar de mal humor y, lo que es peor, fumas... por favor, detente y reflexiona.

El cerebro es la creación más maravillosa de la naturaleza y el esfuerzo por cuidarlo y prestarle atención vale la pena.

En este capítulo señalaré los principales aspectos referidos al estilo de vida que pueden dañar tu cerebro y, en los siguientes, te mostraré algunas estrategias que puedes poner en práctica para potenciar sus capacidades.

El impacto del estrés en el cerebro

El término "estrés" alude a todo factor externo e interno que provoca fuertes estados de tensión psicológica y ansiedad que se traducen en malestar emocional y físico, lo que reduce la actividad de las funciones ejecutivas del cerebro y provoca dificultades en la atención, la concentración, la memoria y la toma de decisiones. (En el capítulo 7 te explico a fondo la base neurobiológica de estas funciones.)

En algunos casos (pocos) el estrés es saludable; de hecho, las respuestas de lucha o huida ante una situación peligrosa han salvado la vida de muchas personas. En otros, cuando hay una sobrecarga continua de ansiedad y tensión, puede resultar perjudicial si no se controla.

Por ejemplo, se ha observado que un agente de policía puede llegar a 200 pulsaciones por minuto en 3 décimas de segundo durante una persecución y que un estado similar se genera en algunas personas cuando las despiden de su trabajo.

Si bien son ejemplos extremos, en la vida cotidiana la mayoría de la gente sufre mucha tensión, un tema al que deben estar atentas, no sólo por el daño que genera en el cerebro, sino también porque el estrés reduce sus defensas ante enfermedades muy graves, como las cardiopatías, los accidentes cerebrovasculares y el cáncer, como muestra el cuadro de la página siguiente.

Cuando el estrés es temporal (tensiones laborales, de pareja o familiares), tiene remedio a corto plazo, siempre que se introduzcan los cambios necesarios. Cuando es acumulativo, puede producir un deterioro grave tanto en

las funciones cerebrales como en la salud del organismo.

Cómo contrarrestarlo

Para este apartado he seleccionado seis estrategias a las que puedes recurrir si te consideras una persona estresada. Dentro de un mes, comprueba cómo te encuentras respecto al momento en que empezaste a evaluarte.

Principales consecuencias del estrés para el cerebro

Las investigaciones en neurociencias confirman día a día que el estrés, en sus diferentes variantes de intensidad y duración, produce daños en el cerebro. Algunos son reversibles, siempre que se sea consciente y se cambie radicalmente de forma de pensar y de estilo de vida. Otros pueden ser muy graves (como es el caso de la muerte neuronal y de los accidentes cerebrovasculares). A saber:

- ✔ Puede producir daños en la corteza prefrontal y reducir los recursos cognitivos necesarios para procesar la información, analizarla y tomar decisiones.

Por ejemplo, en una investigación realizada por la Universidad de Yale (que puedes leer en la revista *Biological Psychiatry*), tomaron imágenes del cerebro de cien personas que habían vivido momentos muy estresantes, como un despido, la muerte de un ser querido o un divorcio.

Se observó menos materia gris de lo normal en la estructura que participa en la vida emocional, la regulación de los deseos y el control de los impulsos, lo cual puede provocar conductas inapropiadas en las personas afectadas.

- ✔ Altera el funcionamiento del hipocampo, con lo cual la memoria puede formarse de manera débil y fragmentada.
- ✔ Provoca una liberación excesiva de una hormona, el cortisol, como

respuesta a situaciones de sobrecarga tensional. Ello afecta a los procesos de consolidación de la memoria y bloquea la corteza prefrontal, alterando la capacidad de resolución de problemas y la habilidad para razonar y tomar decisiones.

✔ El exceso de cortisol también puede provocar una pérdida de volumen en el hipocampo. Por ejemplo, durante una investigación realizada con adultos expuestos a altos niveles de esta hormona durante períodos prolongados se observó una reducción del 14% en esta estructura.

✔ Desencadena un complejo de emociones negativas que repercuten en los pensamientos y las relaciones con los demás.

✔ Afecta a la neurogénesis, proceso mediante el cual se forman las células que componen el sistema nervioso. (Este tema se desarrolla en el capítulo 5.) Recientemente se ha observado que el giro dentado, una área del hipocampo sensible al estrés, produce nuevas neuronas incluso en edades avanzadas.

✔ Cuando el estrés pasa a ser crónico, uno de los sistemas más vulnerables es el de la memoria episódica. Por ello algunas personas afectadas no pueden recordar qué hicieron dos o tres días antes, otras se olvidan la sartén en el fuego y otras pierden tiempo buscando sus gafas.

✔ Puede alterar los niveles de serotonina, lo cual afecta al estado de ánimo, los ciclos de sueño y vigilia y la actividad sexual.

1. **Descubre tus propios estresores.** Los estresores son hechos, personas, situaciones u objetos que provocan estrés. Normalmente se clasifican *en biogénicos y psicosociales*.

   Los primeros se desencadenan sin que medie una evaluación cognitiva, por ejemplo, ruidos, sustancias químicas (anfetaminas, nicotina) y el ejercicio físico intenso. Los segundos se relacionan con hechos sociales que afectan a un individuo según el significado que éste les otorga.

   Algunos estresores, por suerte pocos, tienen una enorme relevancia porque se relacionan con sufrimientos intensos, como el que provocan las pérdidas y determinadas enfermedades. Otros son muy comunes y es suficiente con mirar en uno mismo o a nuestro alrededor para detectarlos. Por ejemplo, hay quienes consideran estresante hacer un examen o hablar en público. Otras personas sufren (muchas veces de forma metaconsciente) por los ruidos ambientales a los que su cerebro no se acostumbra. En el trabajo, hay factores que actúan como importantes estresores, como la sobreexigencia, la incertidumbre o la mala relación

con un superior.

Algunos individuos no soportan la ambigüedad, necesitan certezas, algo muy difícil de conseguir cuando la crisis económica afecta a millones de personas. Otros sufren por los cambios llegando, en casos extremos, a decidir que no quieren tener hijos.

¿Qué te estresa? Te propongo que hagas una lista de tus propios estresores, ya que darte cuenta de lo que te estresa es un buen punto de partida. Además de los que pueden considerarse relevantes, como una relación de pareja conflictiva, hay estresores que no son tan evidentes pero afectan, por ejemplo, a la falta de control en situaciones que aparentemente no son importantes. Te pondré un ejemplo personal: normalmente conduzco a la mayor velocidad permitida y no me estreso. Me encanta conducir. En cambio, si es mi amigo quien conduce y hace lo mismo, sólo me relajo al llegar.

¿Y tú? ¿Te estresas cuando no controlas la situación?

2. **Duerme.** El sueño es uno de los mejores remedios para el estrés y el agotamiento y, además, te ayuda a resolver los problemas que te agobian mientras estás despierto. Cientos de investigaciones confirman que dormir facilita el análisis de situaciones que implican decisiones difíciles.
3. **Genera espacios de placer y diversión.** La risa es muy saludable. Según una de las últimas investigaciones, quienes contrarrestan el estrés con el humor mejoran su sistema inmunitario, sufren un 40% menos de infartos de miocardio o apoplejías y viven más.
4. **Medita, aprende a relajarte.** Los beneficiosos efectos de la meditación para el cuerpo y la mente se han comprobado muchas veces. Por ejemplo, durante un experimento realizado en el Hospital General de Massachusetts, los participantes hicieron ejercicios de relajación durante media hora diaria a lo largo de ocho semanas y lograron cambios importantes en regiones cerebrales de las que dependen nada menos que la memoria, la empatía, el sentido del yo y el estrés.
5. **Realiza actividades aeróbicas o practica algún deporte.** Esto reduce los niveles de cortisol en sangre y mejora el funcionamiento de la memoria. Además, retrasa el envejecimiento.
6. **Visita un gimnasio cerebral.** Los gimnasios cerebrales aplican metodologías e instrumentos que contribuyen a resolver las consecuencias de las situaciones estresantes (como el *biofeedback*, que explico a continuación) y preparan a las personas para enfrentarse a los problemas cotidianos.

   Quizá encuentres las respuestas que buscas en alguno de estos espacios y, por ende, adquieras la energía suficiente como para hacer los cambios que necesitas. De hecho, he conocido a varias personas que redujeron al

mínimo su nivel de estrés con algo tan sencillo como cambiar de trabajo o mudarse de la ciudad al campo.

La ayuda externa es muy útil como punto de apoyo para reflexionar, pensar y elegir, pero el verdadero antídoto para el estrés debes buscarlo en el infinito potencial de tu cerebro.

Biofeedback

Es una técnica muy sencilla que consiste en colocar al participante una serie de electrodos que registran diferentes señales corporales, por ejemplo, la actividad electrodermal o conductual eléctrica de la piel, el ritmo cardíaco, la frecuencia respiratoria, la tensión muscular, la actividad eléctrica del cerebro y la temperatura corporal.

Estas señales se envían a un ordenador que tiene un *software* especial para decodificarlas y analizarlas. Ello permite hacer una lectura rápida de los síntomas fisiológicos asociados al estrés y, posteriormente, diseñar y aplicar el tratamiento adecuado.

La falta de ejercicio físico

La mejor forma de explicar la importancia del ejercicio físico para el cerebro consiste en destacar sus beneficios, un tema sobre el que he insistido en varios capítulos de esta obra.

Varias investigaciones coinciden en que quienes practican un deporte, caminan, bailan o realizan algún tipo de actividad aeróbica tienen menos ansiedad que quienes llevan una vida sedentaria debido, entre otras razones, al efecto de estas actividades en sus neurotransmisores.

Los beneficios de la actividad física se acumulan con los años. Así lo demuestran los resultados de una investigación realizada en Suecia con un millón de participantes, que manifestó que el ejercicio genera una reserva cognitiva. Así pues, quienes de jóvenes hicieron ejercicio de forma regular, demostraron mejores habilidades mentales cincuenta años después.

A corto plazo, diversas investigaciones han demostrado que el ejercicio físico contribuye a la neurogénesis en el hipocampo, mejorando los sistemas de

memoria. A largo plazo, el beneficio es acumulativo.

Por lo tanto, si nos tomamos una pausa en la frenética actividad que caracteriza a las sociedades modernas no sólo permitiremos que nuestro cerebro recupere su energía, sino que también mejoraremos su rendimiento. Te propongo que leas detenidamente sus beneficios y que no tardes en decidirte.

Principales beneficios del ejercicio físico para el cerebro

La actividad regular, de 30 a 60 minutos tres veces por semana, es muy efectiva, pues:

- ✔ Favorece la circulación sanguínea y oxigena las células cerebrales.
- ✔ Mejora el funcionamiento de varias zonas, como las frontales, temporales y parietales.
- ✔ Favorece el desarrollo del hipocampo, lo cual mejora la memoria.
- ✔ Libera neurotransmisores (endorfinas, noradrenalina, dopamina y serotonina, entre otros) que trasladan información en el cerebro provocando una sensación de bienestar, fortaleciendo la respuesta inmune y reduciendo el estrés.
- ✔ Mejora la concentración y el funcionamiento neurocognitivo.
- ✔ Limpia, proporciona mayor claridad mental. Esto explica por qué muchas personas, después de jugar un partido de golf o realizar una larga caminata, encuentran soluciones a problemas que, en medio del estrés cotidiano, habían pasado por alto.

El pensamiento negativo y el mal humor

El poder del pensamiento en la actividad de las funciones cerebrales (un tema sobre el que profundizo en el capítulo 10) lo han comprobado numerosas investigaciones neurocientíficas. Ya no hay dudas sobre la relación que existe entre la forma de pensar de una persona, el rendimiento de sus funciones cerebrales y los éxitos o fracasos que obtendrá en su vida.

Por ejemplo, un joven comprometido con el estudio de medicina que destine media hora diaria a imaginarse que será un médico famoso a los cuarenta es probable que lo logre. A la inversa, si piensa y actúa de forma pesimista, será un médico del montón (aunque tenga condiciones para destacar).

Ello se debe, en parte, a que las imágenes mentales más fuertes arraigan en el metaconsciente. Si los pensamientos son negativos, configurarán neurocircuitos que, inevitablemente, tendrán resultados negativos. Por lo tanto, subrayo, especialmente para los lectores con tendencia a ver el vaso medio vacío, que el pensamiento dominante crea realidades y tiene tanto poder para "atraer" felicidad y éxito como para "atraer" tristeza y fracaso.

El mundo está allí y, en condiciones culturales y socioeconómicas similares, lo que cambia es la visión que tiene cada persona sobre la realidad. Los pensamientos actúan como imanes que atraen lo que es compatible con ellos y, consecuentemente, los estados asociados.

Esto quiere decir que tanto los logros como la calidad de vida tienen que ver con la información que predomine en la mente, ya que el cerebro (repito) no distingue entre lo real y lo que se construye.

La doctora Candace Pert, especialista de la Universidad de Medicina de Georgetown, alertó varias veces sobre este tema tras demostrar científicamente que la persistencia de un pensamiento negativo puede desencadenar una serie de procesos bioquímicos con resultados fisiológicos nocivos, tanto para el cerebro como para el resto del organismo.

"Hay sustancias químicas para el enfado y para la tristeza, para la victimización, para cada estado emocional. Son las endorfinas, la serotonina, la dopamina, la norepinefrina... Y cada vez que activamos cierta interpretación o pensamiento, nuestro hipotálamo inmediatamente libera ese péptido en la corriente sanguínea."

Estos avances de las neurociencias tienen un amplio campo de aplicaciones, ya que ahora se sabe que, con un trabajo sistemático, el pensamiento negativo puede desprogramarse, ya que todos los seres humanos pueden montar y desmontar sus redes neuronales si cambian su manera de pensar.

Estrategias para controlarlos

En el capítulo 19, en el que abordo el tema del entrenamiento emocional, encontrarás varias técnicas que te ayudarán a hacer un seguimiento de tus pensamientos de forma positiva. En este apartado me centraré en la visualización creativa que, si bien se utiliza desde hace años, ha sido recientemente convalidada por las neurociencias.

Uno de sus descubrimientos tiene que ver con el poder de las imágenes que crea el cerebro a partir de la información que le ofrecen las percepciones y

pensamientos.

Comprender esto es fácil si realizas un sencillo ejercicio. Si te propongo que pienses en un reloj, no verás mentalmente la palabra "reloj" sino una imagen de éste o relacionada con él. Lo mismo sucederá si pruebas con otras expresiones, como "coche", "fresas", "tren".

Una de las razones por las que la visualización creativa es efectiva se debe a que el cerebro no piensa en palabras, sino en imágenes.

La visualización creativa es una de las técnicas más efectivas para educar el pensamiento. Consiste en concentrar la atención en imágenes mentales relacionadas con las metas visualizando dicho alcance como si fuera real, tras un proceso controlado de relajación.

Es fundamental evocar las metas con las emociones asociadas y con *inputs* que procedan de todos los sentidos (aromas, sabores, sensaciones, etcétera, durante cada ejercicio).

El cerebro interpretará estas metas como reales, condicionando el pensamiento y las acciones hacia su concreción.

El cerebro no admite el sedentarismo intelectual

Las neuronas necesitan actividad, movimiento y experiencias energizantes durante toda la vida. Por ello, y sin duda, el cerebro de alguien a quien le interesa el conocimiento, que toca un instrumento, que decide aprender un nuevo idioma o emprender una nueva carrera universitaria a los cincuenta o sesenta años, como el de quienes cuidan y ejercitan su intelecto aunque vivan en medio del campo, funcionará mejor que el de otra persona que lleve una vida pasiva.

Para comprobarlo, mira a tu alrededor. Te propongo que observes y compares a dos ancianos que conozcas y notarás las diferencias. A los setenta u ochenta años, el cerebro de hombres y mujeres que se interesaron por el

conocimiento, leyeron y aprendieron durante toda su vida (hayan ido o no a la universidad) será muy distinto del de los que no han tenido este tipo de inquietudes y redujeron su actividad cerebral a la focalización en temas domésticos.

El ejemplo sobre el campo que te he comentado no es casual, ya que he conocido personas analfabetas (sin ir más lejos, mi abuelo) con una cantidad de conocimientos extraordinaria y una capacidad de aprendizaje, razonamiento y memoria envidiables incluso a edades avanzadas.

Asimismo, y esto es lo más importante, la neurociencia aporta constantemente investigaciones que confirman la importancia de tener un cerebro activo, entre ellas:

Durante una investigación de la Universidad de Northwestern, en la que participaron 87 adultos, la mitad jóvenes y la mitad músicos de edades avanzadas, estos últimos obtuvieron los mismos resultados en memoria y comprensión que los jóvenes (sin saber de música). Ésta no es la única investigación que corrobora que el entrenamiento en una habilidad y su práctica constante puede evitar el deterioro de las funciones cognitivas que provoca el envejecimiento, y la música es una de las más efectivas.

Una investigación desarrollada por especialistas suecos, publicada por la Universidad de Lund, demostró que el aprendizaje de un nuevo idioma aumenta el tamaño del hipocampo, como también de tres zonas de la corteza cerebral, mejorando la velocidad en el procesamiento de la información y la memoria.

Un cerebro en forma a los cien años

Rita Levi-Montalcini, neurocientífica italiana, premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1986 (compartido con Stanley Cohen) por sus descubrimientos sobre el factor de crecimiento neuronal, murió a los ciento tres años.

A los cien seguía yendo al European Brain Research Institute (en Roma), donde supervisaba los nuevos experimentos científicos. Aunque utilizaba audífono y su vista se había deteriorado, su cerebro funcionaba "mejor que nunca" (según su propia evaluación). En un reportaje publicado en *El País* el

18 de abril de 2009 pueden leerse sus palabras: “A los cien años, sigo haciendo descubrimientos que creo importantes sobre el funcionamiento del factor que descubrí hace más de cincuenta años [...] Tengo una capacidad mental quizá superior a la de los veinte años”.

Esta extraordinaria mujer nunca se jubiló. “El cuerpo se arruga —decía—, pero no el cerebro, excepto que exista inacción, desencanto y desmotivación.”

Como puedes ver, los retos que plantean las actividades que exigen razonar, pensar y memorizar son tan efectivos para el cerebro como los ejercicios aeróbicos para el cuerpo. (Lee el recuadro “Un cerebro en forma a los cien años”, en la página anterior.) Asimismo, estos últimos actúan en un doble sentido, ya que también mejoran las funciones cerebrales, como te contaba antes.

Q ué pasa si no nos alimentamos bien

Si eres una persona metódica por lo que respecta a tu salud y te haces una revisión médica una vez al año, seguramente te preguntarán por tu dieta. De hecho, los malos hábitos alimenticios no sólo predisponen a determinadas enfermedades y dañan los vasos sanguíneos, sino que también se relacionan con el deterioro de las funciones cognitivas.

Por ejemplo, durante una investigación realizada por la Universidad de California en la que participaron 1.300 personas, se estudió su cerebro mediante escaneo. Asimismo, se les pidió que respondieran a varios cuestionarios destinados a una evaluación cognitiva.

Al cabo de diez años, volvió a convocarse a estas personas. En aquellas cuyos hábitos las exponían a factores de riesgo cardiovasculares se observó una pérdida notable de volumen cerebral, especialmente en el hipocampo (imprescindible para que se forme la memoria), además de un deterioro en la sustancia blanca. Cuando se les volvió a hacer la evaluación neurocognitiva se observó una disminución en el rendimiento.

La conclusión de los investigadores fue que los malos hábitos tenían consecuencias: por ejemplo, el tabaquismo tenía su correlato en la pérdida de volumen en el hipocampo. Con relación al tema de los alimentos, los resultados fueron alarmantes:

Quienes tenían pésimos hábitos alimenticios (la mayoría eran obesos) presentaban una reducción del tamaño del cerebro.

Como puedes observar, la adopción de hábitos saludables no sólo ayuda a prevenir enfermedades graves, sino que también es fundamental para mantener un cerebro ágil y activo. En este sentido, las nuevas investigaciones resultan muy útiles. Por ejemplo, se ha descubierto que una dieta rica en *polifenoles* y *ácidos grasos poliinsaturados* (con propiedades antioxidantes) es efectiva para el cerebro. Los *polifenoles* se encuentran en el té, la cerveza, la uva, el vino, el aceite de oliva, el cacao, las nueces y otras frutas y verduras. Los *ácidos grasos poliinsaturados* se encuentran en el pescado azul, el maíz, la soja, el girasol y la calabaza.

Independientemente de lo que leas en la bibliografía sobre el tema, ten presente que recurrir a especialistas en nutrición es fundamental para diseñar una dieta equilibrada. No lo hagas por tu cuenta.

Recuerda que la medicina epigenética (profundizo en ella en el capítulo 2) está realizando extraordinarios avances no sólo para prevenir determinadas enfermedades mediante una alimentación adecuada, sino también para potenciar las capacidades cerebrales.

Por último, algo muy importante: come menos**.**

Se ha comprobado que una reducción equilibrada del 30% de lo que se come provoca los siguientes beneficios:

- ✔ Reduce el estrés oxidativo y la generación de radicales libres.
- ✔ Aumenta la producción de neuronas en el hipocampo (memoria y aprendizaje).
- ✔ Aumenta el número de sinapsis.
- ✔ Activa los mecanismos de reparación de daños neuronales.
- ✔ Activa genes que favorecen la plasticidad neuronal.
- ✔ Protege frente al párkinson y el alzhéimer.
- ✔ Reduce la incidencia de cánceres y procesos degenerativos.

El aroma del romero puede aumentar el rendimiento cognitivo

En un estudio realizado por el Brain Performance and Nutrition Centre de la Universidad de Northumbria (Inglaterra) se expuso a 20 personas al aroma del romero y se analizó los efectos de uno de sus principales componentes químicos, el 1,8-cineol, cuya concentración en sangre se relaciona con el rendimiento neurocognitivo. Tras la exposición, se analizaron muestras de sangre para detectar la cantidad de esa sustancia y se sometió al grupo a unos cuestionarios de agilidad mental. El resultado indicó que, cuanto más alta era la concentración en sangre de 1,8-cineol, mejor era el resultado que se obtenía en los cuestionarios.

La soledad y la falta de relaciones sociales

Mientras escribía esta obra, me enviaron los resultados de una investigación realizada por el Hospital General de Massachusetts y la Escuela de Medicina de Harvard según la cual el tamaño de la amígdala era mayor en los participantes que tenían una vida social activa. (Si has leído el capítulo 5, sabes que la amígdala tiene un rol activo en la vida emocional y, a su vez, que todo lo que vivimos se refleja en la estructura cerebral gracias a la neuroplasticidad.)

Otras investigaciones que pretenden averiguar cómo se manifiesta la sociabilidad en el cerebro han detectado que las buenas relaciones con los demás son muy importantes para la salud mental. Por ejemplo, una investigación llevada a cabo por especialistas de la Universidad de Rush (Estados Unidos) corroboró que la actividad social contribuye a retrasar el deterioro cognitivo que se produce en edades avanzadas.

Durante el experimento, en el que participaron 1.138 personas de ochenta años de edad (de media), se observó que, al cabo de cinco años, quienes llevaban una vida socialmente activa habían tenido un deterioro mucho más lento (hasta un 75% menor) en procesos clave para el desempeño de las funciones

ejecutivas, como la velocidad en el procesamiento de la información, la memoria, la capacidad visoespacial y otras funciones cognitivas.

Aunque he tomado como ejemplo el caso de personas de edad avanzada, pues creo que la gente se preocupa mucho por el declive cerebral que comporta la edad, cabe destacar que, desde el nacimiento, la actividad social es imprescindible para agilizar las funciones cerebrales.

El hombre es, por naturaleza, un ser social. A medida que crece y forma distintos grupos (familia, vecinos, amigos, compañeros de estudios) incorpora información nueva, así que su cerebro crea redes neuronales, amplía las existentes y, paralelamente, evita que desaparezcan algunas por falta de activación. Asimismo, la interacción social genera más ramificaciones dendríticas en el cerebro, lo cual facilita la conexión entre neuronas.

La actividad social también es fundamental para las neuronas espejo, no sólo porque estas células son imprescindibles para los procesos de aprendizaje por imitación, sino también por su importante papel a la hora de interpretar las emociones y la conducta de los demás (lo explico en el capítulo 4). También se ha comprobado que quienes tienen una vida rica en relaciones sociales y experiencias compartidas enferman menos y viven más. Por estas y "muchas" otras razones, me permito hacerte cinco sugerencias (que te serán útiles si tienes poca vida social):

1. Evita el encierro. Ir del trabajo a casa y de casa al trabajo es malo para el cerebro.

2. Intenta superar el cansancio cotidiano e intégrate a nuevos grupos en función de tus intereses: hay gente que, al salir del trabajo, se reúne para bailar, ver películas y dialogar sobre éstas, jugar al ajedrez, practicar yoga o charlar sobre filosofía.

Tanto las tareas cognitivas como las que activan las neuronas motoras (como caminar o practicar un deporte) son mejores para el cerebro cuando son sociales.

3. Practica el ocio activo: si tienes tiempo libre, los fines de semana no te limites a dormir siestas maratonianas y ver la tele.

En lo posible, elige una actividad compartida que implique "construcción", por ejemplo, un barco de juguete con tus hijos, mejoras en tu vivienda con tu pareja o una minidestilería de cerveza artesanal con tus amigos.

4. Aumenta tu lista de contactos: ten presente que, en las relaciones humanas, vale más calidad que cantidad, pero incorpora a personas que sean valiosas para tu vida y tú para la de ellas y hazlo "personalmente".

   Las redes sociales son muy útiles para estar informados y conocer gente con gustos e intereses afines, pero los mejores contactos para mantener un cerebro sano y activo son los personales.

5. Viaja, descubre nuevos lugares, nuevas personas. La vida, como decía mi querido amigo Carlos Lac Prugent, transcurre detrás de las ventanas. Si las tienes cerradas, ábrelas y salta. Eso beneficiará a tu cerebro.

Los hábitos y el estilo de vida se reflejan en el cerebro

Vaya título —pensaba mientras lo escribía—. Es un tema para un libro entero y la función de esta obra es aproximarte a los aspectos clave que debes conocer si quieres saber cómo funciona tu cerebro y cómo puedes cuidarlo.

Si ya has leído los apartados anteriores, sabrás que la mala alimentación, la falta de relaciones sociales, los apagones emocionales y la rutina no son buenos para tu cerebro. Tampoco lo son las drogas, el alcohol, el tabaco y las relaciones personales "tóxicas" (como es el caso, por ejemplo, de las parejas eternamente conflictivas).

De momento, y para no agobiarte con información sobre los que se pueden categorizar como malos hábitos, comenzaré por ofrecerte una pista: lo que es tóxico para tu cuerpo también lo es para tu cerebro.

Por ejemplo, si comienzas el día sin desayunar, bajarán tus niveles de azúcar en sangre, lo cual no es bueno para el funcionamiento de las funciones ejecutivas. Si desayunas demasiado e incluyes fritos y grasas (admito que algunos platos que veo en los hoteles internacionales a las siete de la mañana me provocan urticaria) no sólo te ralentizarás a ti mismo, sino que también tu cerebro trabajará más lento.

Tampoco es bueno el sedentarismo físico e intelectual. Igual que el ejercicio físico oxigena el cerebro y reduce los niveles de estrés, el ejercicio intelectual moviliza las neuronas y evita su deterioro. En el capítulo 19 encontrarás varias técnicas que se han desarrollado a la luz de la neurociencia y, en el 20, podrás profundizar sobre la importancia del control emocional.

De momento, te propongo que le eches un vistazo a los trucos para mantener

tu cerebro sano y activo que te ofrezco en la guía rápida.

Capítulo 19

Manos a la obra: entrenamiento neurocognitivo

En este capítulo

- Conocerás los tipos de entrenamiento cerebral, sus etapas y características
- Comprenderás los beneficios del entrenamiento neurocognitivo
- Te ofrezco ejercicios para mejorar las funciones ejecutivas del cerebro

El interés por mejorar las capacidades cerebrales existe desde que el mundo es mundo. Lo nuevo —a partir de la llamada *década del cerebro* (la última del siglo XX)— es el papel protagonista de la neurociencia, cuyos avances han permitido comprender qué es y cómo funciona el cerebro de hombres y mujeres y, paralelamente, desarrollar un conjunto de técnicas para potenciar su rendimiento cognitivo y emocional.

La inclusión de lo emocional suele llamar la atención, pues la mayoría de los sistemas de educación se centran en las funciones intelectuales, como las que dependen de la atención, la memoria y el razonamiento.

Sin embargo, el papel que desempeñan las emociones no es menor, más aún, su influencia en la actividad de las funciones cognitivas ha sido avalada por numerosas investigaciones. No es casual que el prestigioso neurocientífico Rodolfo Llinás, autor de una ley sobre la relación entre la actividad cerebral y la conciencia que lleva su apellido, afirme lo siguiente: “La parte emocional del sistema nervioso es completamente esencial, porque la estructura intelectual está basada en la emocional”.

En un reportaje publicado en marzo de 2013 por la revista colombiana *Arcadia*, pueden leerse las siguientes reflexiones del profesor Llinás: "[...] debe haber un cierto orden para que las cosas tengan sus propiedades emergentes. Las propiedades emergentes son propiedades del sistema que no pertenecen a ninguna de sus partes por sí solas: son el producto de las relaciones entre las partes, como la conciencia. Usted no puede encontrar ninguna parte del cerebro y decir 'Ahí está la conciencia', porque la conciencia es una propiedad del sistema".

Si ya has leído los capítulos anteriores, esta explicación te será de enorme utilidad para relacionarla con conceptos que se han abordado, por ejemplo:

- ✔ Algunas estructuras son imprescindibles para determinadas funciones cerebrales, como el hipocampo para la fijación de los recuerdos; sin embargo, la memoria *emerge* como resultado de interacciones entre varias zonas del cerebro.
- ✔ La amígdala actúa como principal receptor de los estímulos emocionales; sin embargo, la evaluación de los sucesos *emerge* como resultado de su interacción con otras zonas, como la neocorteza.

Como puedes ver, las zonas cerebrales son interdependientes e interactivas, por lo tanto:

- ✔ Todo programa de desarrollo cerebral debe abarcar al ser en su totalidad: cuerpo, mente y emociones.
- ✔ Para mejorar las capacidades cognitivas (atención, concentración, memoria y aprendizaje, entre otras), es necesario un adecuado entrenamiento para controlar las emociones, y viceversa.

En este capítulo y los dos siguientes podrás interiorizar las técnicas cuya

efectividad ha sido comprobada por la neurociencia moderna. Si las adoptas y las practicas con constancia, al cabo de un tiempo podrás estudiar, trabajar, practicar un deporte y realizar tus actividades cotidianas con mayor eficacia.

El entrenamiento cerebral no sólo mejora las funciones intelectuales, como las necesarias para realizar cálculos, comprender, razonar y tomar decisiones, sino que también permite controlar el miedo y la angustia durante una situación inesperada o una crisis, evita que los bloqueos emocionales afecten al rendimiento ejecutivo del cerebro y mejora las relaciones de una persona consigo misma y con su entorno.

El entrenamiento cerebral en la práctica

Todo proceso de entrenamiento cerebral tiene básicamente cuatro áreas de trabajo, dos de diagnóstico y dos de entrenamiento, con sus correspondientes evaluaciones posteriores:

1. Diagnóstico neurocognitivo.

2. Entrenamiento neurocognitivo.

3. Diagnóstico sobre la capacidad de autorregulación emocional.

4. Entrenamiento para el control emocional.

El orden de las áreas de trabajo es enunciativo, excepto por lo que se refiere a los diagnósticos. Por ejemplo, puedes comenzar por el entrenamiento neurocognitivo o por el emocional, siempre que antes hayas hecho el diagnóstico que corresponde.

Diagnóstico neurocognitivo

Se realiza a partir de un estudio que ofrece la posibilidad de medir las capacidades cognitivas de alguien mediante la aplicación de técnicas que exploran el rendimiento de las funciones cognitivas. El objetivo es diseñar y administrar el entrenamiento necesario y, posteriormente, establecer evaluaciones sucesivas (nuevos diagnósticos) que posibiliten medir cuánto ha progresado y también cuáles son los aspectos sobre los que deberá seguir trabajando.

En todos los casos, la batería de pruebas neuropsicológicas que se emplea propicia la detección de una función débil o afectada. Por ejemplo, si una persona tiene alterados sus mecanismos de atención sostenida, presentará una disminución del rendimiento en las tareas diseñadas para evaluar esta función. Del mismo modo, cuando hay dificultades en la planificación o en la toma de decisiones, los cuestionarios revelarán impulsividad y comportamiento errático.

Entrenamiento neurocognitivo

El entrenamiento neurocognitivo no sólo se utiliza para desarrollar capacidades cerebrales como el aprendizaje, la memoria y la velocidad de procesamiento de información, sino también, y fundamentalmente, para mejorar la salud mental y la calidad de vida.

Para comprender la base científica del diseño de los ejercicios, te propongo que imagines que vas a mudarte y realizas numerosos cálculos para determinar el dinero necesario para afrontar los gastos.

Si pudieras escanear tu cerebro en esos momentos, se observaría un mayor flujo sanguíneo en algunas zonas de tus lóbulos frontales y parietales. Asimismo, la intensidad de la activación dependerá de la energía que exijan las regiones que están trabajando.

Por ejemplo, se ha comprobado que en las sumas con fracciones se cometen más errores porque aumenta la carga de la memoria de trabajo. Eso se debe a que la sangre que llega al cerebro no sólo sirve como sustento y nutrición para las neuronas, sino que también modula cómo éstas procesan la información. Cuanta más sangre fluye hacia una región cerebral, mayor actividad se detecta, potenciando la función de la zona implicada.

Retomando el ejemplo, si realizas cada día cálculos con fracciones, puedes lograr una modificación a largo plazo agilizando el procesamiento de la información relacionada con esta actividad (neuroplasticidad autodirigida). Paralelamente, mejorarás funciones cerebrales importantes, como la atención y la memoria de trabajo. No olvides que:

- ✔ Las funciones neurocognitivas responden a circuitos neuronales específicos, así que necesitarás diferentes ejercicios para mejorarlas y potenciarlas. Por ejemplo: las prácticas destinadas a agilizar la memoria de trabajo son diferentes de las que se utilizan para mejorar la memoria semántica.
- ✔ Un mismo ejercicio puede agilizar más de una función cerebral. Por ejemplo: los cálculos matemáticos mejoran la concentración, la atención y la memoria de trabajo.
- ✔ El entrenamiento neurocognitivo modifica el cerebro, lo agiliza y retrasa su deterioro en edades avanzadas.
- ✔ Mejora la autoestima.
- ✔ Mejora las habilidades sociales.

Manos a la obra

Los siguientes ejercicios te presentan algunas de las prácticas que puedes hacer para entrenar tus funciones cerebrales, pero es imprescindible un diagnóstico previo diseñado por un profesional especializado.

No obstante, si te lo propones y les dedicas una hora diaria durante seis días, al cabo de un mes notarás los resultados.

Entrenamiento de la atención y el razonamiento

Ejercicio 1. ¿Qué número debe ir en la cabeza del tercer espantapájaros?

Ejercicio 2. Entras en una tienda de regalos en Vigo y llevas 150 €. Compras dos libros para un amigo: uno vale 15 € y, el otro, 18 €; dos juguetes que cuestan 32 € y 27 € cada uno; un perfume de 44 €; y dos lápices de 4 € cada uno. Como has tenido que pagar en efectivo, ¿cuánto dinero te queda? Realiza las operaciones mentalmente.

Ejercicio 3. En el lujoso barrio de Beverly Hills hay cuatro casas contiguas que pertenecen a los Tenenbaun, los Streep, los Gibson y los Ford. Los Tenenbaun viven al lado de los Gibson, pero no al lado de los Ford. Si los Ford no viven al lado de los Streep, ¿quiénes viven en la casa contigua a los Streep?

Encontrarás las respuestas en la web `www.paradummies.es`.

Entrenamiento de la concentración y la atención mantenida

Ejercicio 1. Lo más rápido posible, completa la tabla inferior (sin saltarte ninguna casilla) con los símbolos que muestra el siguiente modelo, en el orden indicado y, sobre todo, ¡sin distraerte! Luego anota cuánto has tardado.

Δ	μ	O	Π	β

En los días siguientes realiza ejercicios similares utilizando estos símbolos con su correspondiente secuencia (uno al día).

◄⌟∩∝⊃□	{ + ~ ¬	Λ T Ω ω ε	~ Δo “ =	→ / } \ {

En todos los casos, anota cuánto has tardado y compara los resultados.

Ejercicio 2. Tacha los siguientes símbolos en el menor tiempo posible. Comprueba tus errores y controla el tiempo.

© Π ↻

X	©	←	O	Π	β	∞	©	≤	↘	μ	O	↗	Δ	Π	∑	©	←	↳	Π	↔	∑
O	Π	β	∞	©	←	X	ó	←	X	©	←	O	Π	β	©	←	X	©	←	O	Π
μ	¤	←	X	©	←	O	Π	β	∞	©	Π	↔	∑	Π	∑	©	←	O	Π	β	∞
Π	β	∞	∞	©	←	X	Π	↔	∑	X	O	Π	β	∞	Π	©	←	¤	↻	¤	©
X	©	←	O	Π	β	∞	©	←	X	©	←	O	Π	β	©	←	X	©	←	O	Π
Π	β	∞	∞	©	←	X	Π	↔	∑	X	O	Π	β	∞	Π	©	←	¤	↻	¤	©
μ	Π	↔	∑	μ	ó	↻	O	Π	β	μ	©	←	O	Π	ó	X	μ	ó	X	μ	©
Π	β	∞	∞	©	←	X	Π	↔	∑	X	O	Π	β	∞	Π	©	↻	¤	↻	¤	©
X	©	←	O	Π	β	∞	©	←	X	©	←	O	Π	β	©	←	X	©	←	O	Π
n	¤	μ	∞	©	←	X	X	μ	∞	↻	←	X	μ	Π	∑	μ	ó	¤	μ	∞	©
X	©	←	O	Π	β	∞	©	←	X	©	←	O	Π	β	©	←	X	©	←	O	Π
μ	¤	←	X	©	←	O	Π	β	∞	↻	Π	↔	∑	Π	∑	©	←	O	Π	β	∞
Π	β	∞	∞	©	←	X	Π	↔	∑	X	O	Π	β	∞	Π	©	←	¤	↻	¤	©
X	©	←	O	Π	β	∞	©	←	X	©	←	O	Π	β	©	←	X	©	←	O	Π
μ	Π	↔	∑	μ	ó	↻	O	Π	β	μ	©	←	O	Π	ó	X	μ	ó	X	μ	©
↔	∑	¤	←	X	©	←	O	Π	β	∞	©	←	X	©	¤	O	Π	β	∞	O	Π
n	¤	ó	©	←	O	Π	β	©	ó	←	O	Π	β	∞	←	O	Π	β	←	O	Π

Ejercicio 3. Encuentra las siguientes ciudades europeas en la siguiente sopa de letras: PARÍS, PRAGA, ROMA, ESTAMBUL, BUDAPEST, BERLÍN, VIENA y LONDRES.

A	S	D	R	G	Y	U	O	S	J	Z	A	E	Y	P
N	U	T	I	M	S	A	S	C	A	V	I	E	N	A
P	E	E	R	I	O	P	D	O	C	H	A	N	A	U
A	P	S	A	L	A	G	A	G	H	O	L	B	S	J
L	A	T	L	V	O	S	H	R	A	L	O	U	G	E
V	R	A	E	I	L	N	E	O	I	T	I	D	X	O
I	T	M	G	E	O	E	D	O	G	S	B	A	E	P
E	I	B	R	R	E	Y	I	R	T	A	U	P	I	R
E	O	U	U	A	0	I	R	T	E	L	E	E	P	A
S	H	L	P	R	O	M	A	P	C	S	R	S	O	G
T	A	L	S	A	T	R	E	A	X	R	R	T	C	A
M	N	O	A	M	A	R	E	L	E	O	I	E	A	S
U	B	E	R	L	I	N	A	M	G	I	P	S	S	C
L	R	O	G	C	A	L	C	A	A	A	A	O	A	A
A	R	A	L	E	F	R	T	U	O	N	R	S	D	C

Entrenamiento de la memoria

Memoria de trabajo

Ejercicio 1. Razona mentalmente y traza una línea entre cada operación y el resultado que le corresponde:

110−(9x2)	1124/2	1134−87	86−7+700	65x3x4	99+15−3	34+(90x2)	88+45−7
1047	779	111	92	562	214	126	780

Ejercicio 2. Realiza los siguientes cálculos mentalmente y luego compruébalos con la calculadora. Te servirá para aumentar tu velocidad de tecleado.

23 + 4 + 56 – 2 =	90 – 45 + 2 – 23 =	12 + 34 + 67 – 3 =
11 + 3 + 5 – 12 =	12 + 34 + 3 – 6 =	12 + 56 + 7 – 12 =
45 – 6 + 23 – 4 =	89 + 23 – 3 + 7 =	45 – 34 + 23 – 2 =
11 + 3 + 45 – 12 =	7 + 56 + 4 – 21 =	123 – 20 + 14 =

Ejercicio 3. Completa las siguientes series:

3	11	19																155
5	11	17																113
2	11	20																173
8	17	26																179
128	122	116																26
181	172	163																10

Memoria semántica

Ejercicio 1. Para cada uno de los siguientes adjetivos, intenta escribir cinco sinónimos o términos que expresen aproximadamente lo mismo.

activo	agradable	vago	suave	agresivo	simpático
malo	lejano	acorde	puntual	miedoso	horrible

Ejercicio 2. Obtén palabras nuevas combinando las letras que forman las siguientes (por ejemplo, de local: callo, colla, etcétera).

abril:

local:

escape:

sartén:

aparten:

cabello:

caros:

asma:

tramar:

alegre:

caber:

Ejercicio 3. Coge un papel y un lápiz y narra el significado de los siguientes refranes (o explícaselos a otra persona). Luego aporta otros y haz lo mismo. Estos ejercicios también te servirán para mejorar tu memoria de trabajo.

a) Lo que Juan dice sobre Pedro dice más sobre Juan que sobre Pedro.

b) Dime de qué presumes, y te diré de qué careces.

c) Quien tiene tienda, que la atienda, y si no, que la venda.

d) Genio y figura... hasta la sepultura.

e) Flojo trabaja doble.

Otras prácticas para mejorar la memoria semántica (que agilizan la operativa y la episódica) son las siguientes:

- ✔ Ver una película y resumirla de forma exhaustiva.
- ✔ Escribir los nombres de las principales ciudades de un Estado, de los países que forman un continente o sus capitales.
- ✔ Resolver crucigramas y participar en juegos interactivos como el Scrabble, el Trivial u otro que implique utilizar campos semánticos, es decir, un conjunto de palabras relacionadas por sus significados.

Memoria episódica

Ejercicio 1. Recuerda todas las etapas de tu vida desde la infancia hasta la actual. Después, escribe nombres de amigos, compañeros de clase, profesores y vecinos y los episodios por los cuales los recuerdas (positivos y negativos).

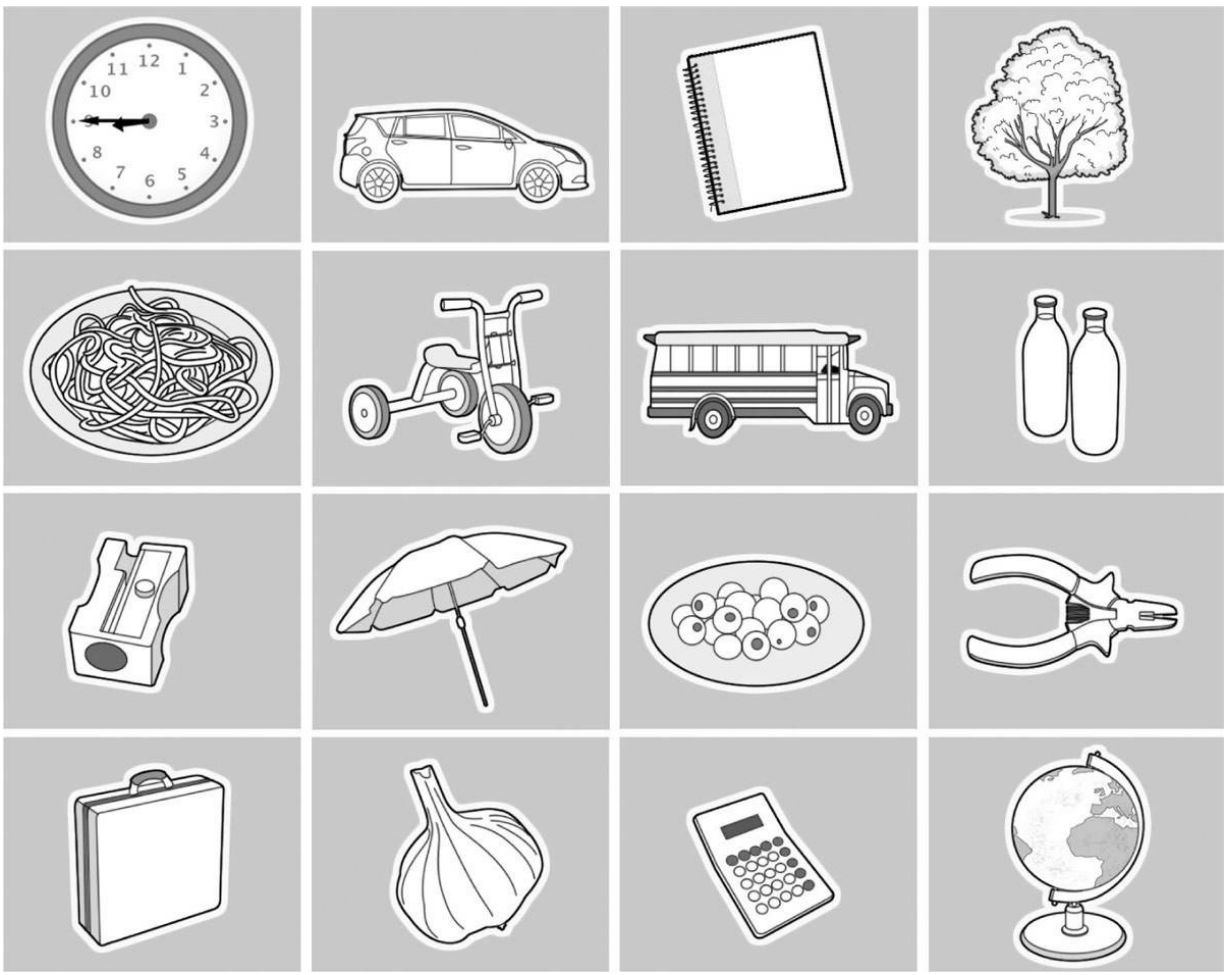
Ejercicio 2. Escribe los nombres y las fechas de cumpleaños de

15 familiares o amigos. Si no los recuerdas, consulta tu agenda y anótalas después de memorizarlas.

Ejercicio 3. Escribe en un papel lo que has hecho estos tres últimos días (contando desde ayer hacia atrás) con todo lujo de detalles: a qué hora te levantaste, qué productos utilizaste en la ducha, qué comiste en cada ocasión, con quién estuviste, qué actividades desarrollaste en el trabajo y fuera de éste, etcétera. Si puedes, repite este ejercicio una vez por semana.

Memoria visual

Ejercicio 1. Observa atentamente estas imágenes durante 2 minutos. Cierra el libro y escribe cuáles eran y, si puedes, dónde estaban.



Ejercicio 2. Busca una imagen a la que antes no hayas prestado atención, por ejemplo, un anuncio en una revista. Obsérvala detenidamente e intenta retener formas y colores. Descríbela por escrito. Luego compara tu descripción con la imagen y evalúate.

Ejercicio 3. Camina unos 40 minutos por tu barrio, la zona donde trabajas o el lugar que prefieras (oxigenarás tu cerebro). Durante el trayecto, observa el entorno, por ejemplo, tiendas, carteles, árboles, casas, edificios. Luego anota todo lo que has visualizado. Repite el ejercicio caminando por la misma zona (puedes hacerlo más de una vez) y comprueba tus avances.

Entrenamiento integrado de la memoria operativa y de corto plazo

Ejercicio 1. Utiliza un cronómetro (seguro que tu móvil tiene uno) y memoriza tantas palabras como puedas en 2 minutos. Luego escribe en un papel todas las que recuerdes.

castillo	dedo	tren	tijera	rubí	candado	veneno
mujer	cifra	semáforo	libro	anteojos	camión	avión
cofre	teclado	carreta	muñeca	bicicleta	vereda	visillos
cifra	foto	calle	lámpara	falda	oro	petróleo
ventana	coche	manzana	teléfono	hormiga	puerta	ciprés

Ejercicio 2. Escribe oraciones con palabras que puedas relacionar del ejercicio anterior, por ejemplo: La *mujer* de *gafas* y *falda* color *oro* cruzó con el *semáforo* en ámbar y hablando por *teléfono*.

Ejercicio 3. Lee atentamente la siguiente lista y recuerda tanto las palabras como los números que las acompañan:

1.	6.	11.
gato	invierno	templo
2.	7.	12.
mansión	fotografía	geranio
3.	8.	13.
ciprés	lápiz	lápiz
4.	9.	14.
piano	parque	pañuelo
5.	10.	15.
mar	coloso	almanaque

Ahora cierra el libro y escribe las que recuerdas.

Ejercicio 4. Lee con atención, y en voz alta, todo lo que Silvia anotó que debía hacer el sábado. Puedes leerlo dos veces (no más).

"Dejar el coche en el mecánico para que lo revise. Pasar por la tienda a comprar el equipo de gimnasia para Borja, una falda vaquera para Marta y el regalo para Patri. En la librería, comprar el último libro de Saramago, que encargó Juan, y el rompecabezas que pidió Borja. No olvidar ir a la tienda para mascotas —el perro se ha quedado sin comida y hace falta un trasportín para el gato— y comprar, además, el comedero automático de 99 € que recomendó Juan. Sacar las entradas para el teatro y averiguar horarios de clases de *hip-hop* en Blue Dance. Encontrarme con Julia en el café París a las cinco y pasar por la tienda de *delicatessen* a comprar jamón serrano y dos o tres tipos de quesos. El martes, ir a buscar el coche al taller".

Cierra el libro y responde las siguientes preguntas:

1. ¿De qué tela es la falda para Marta?

2. ¿Qué día tiene que volver al mecánico para recoger el coche?

3. ¿Para quién es el regalo que tiene que comprar Silvia?

4. ¿De qué autor es el libro que le encargó Juan?

5. ¿En qué café se encontrará con Julia?

6. ¿Qué compras tiene que hacer para Borja?

7. ¿Y en la tienda de *delicatessen*?

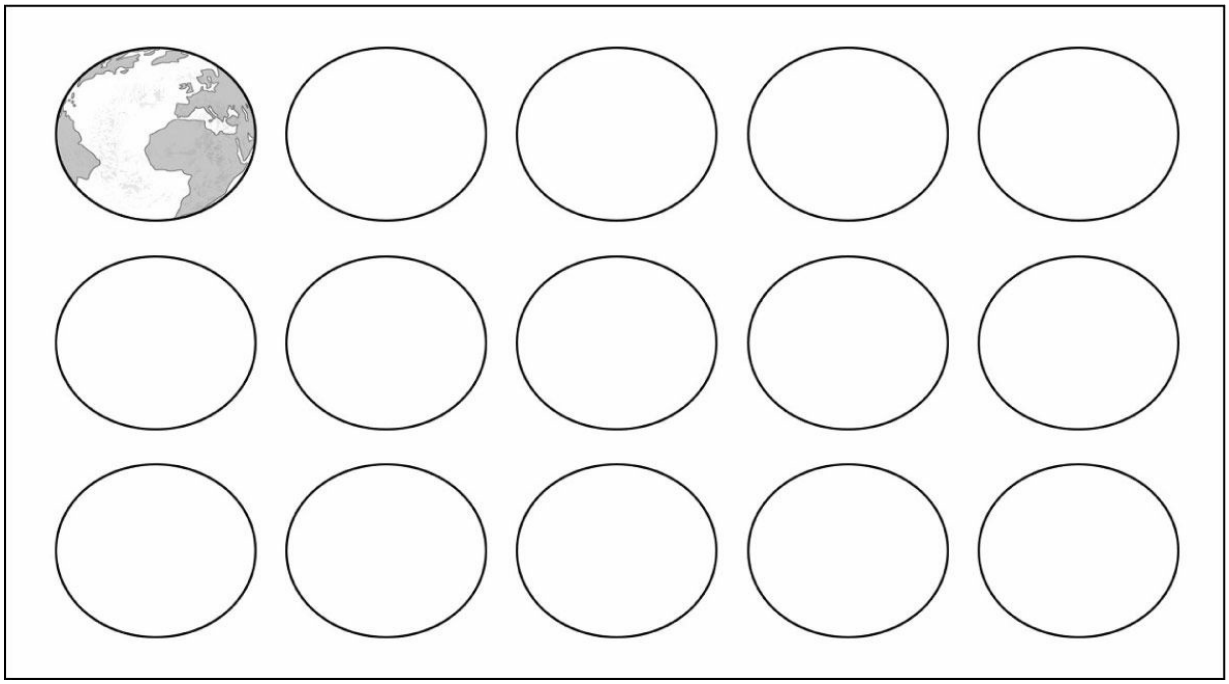
8. ¿Qué día piensa ir al teatro?

9. ¿Sobre qué tipo de danza debe comprobar los horarios?

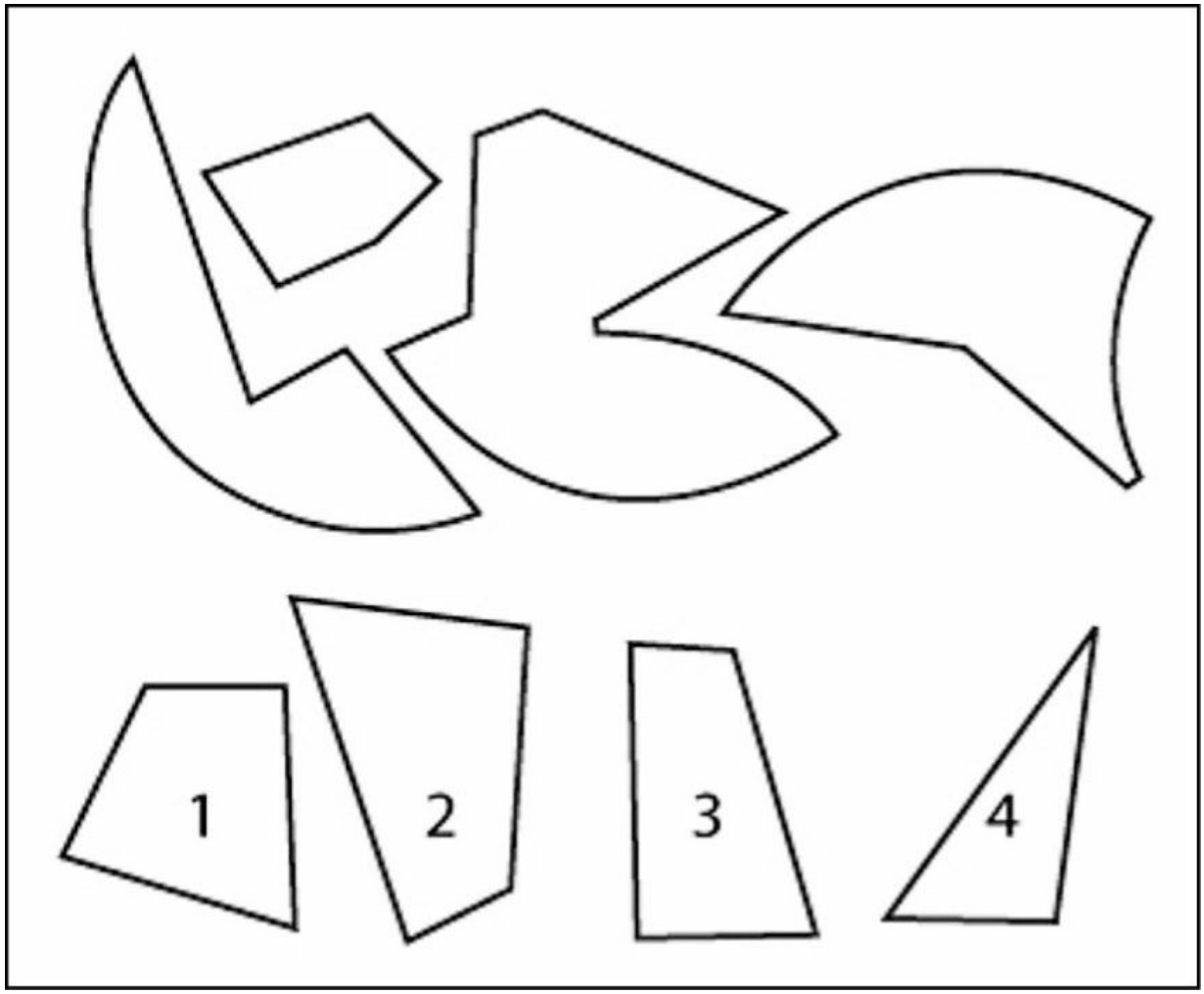
10. ¿Qué tiene que comprar Silvia en la tienda de mascotas?

11. ¿Cuánto vale el comedero automático?

Ejercicio 5. Convierte estos círculos en imágenes de objetos o personas, según el ejemplo, o bien, utiliza más de una figura. No olvides coger el cronómetro. Este ejercicio te ayudará a mejorar tu creatividad. Tiempo máximo: 2 minutos.



Ejercicio 6. ¿Cuál de las cuatro piezas inferiores necesitamos para formar, junto con las piezas superiores, un círculo perfecto? Este tipo de ejercicios mejora la memoria operativa, la visual y la capacidad visoespacial.



En síntesis

Después de hacer estos ejercicios, recapitulemos las ideas más importantes:

- ✔ La práctica cotidiana de deportes y actividades aeróbicas es tan importante para el entrenamiento neurocognitivo como los ejercicios presentados en este capítulo.
- ✔ Todos los juegos de mesa que impliquen estrategia, como el ajedrez, el Risk y el Monopoly agilizan las funciones cognitivas.
- ✔ La inhibición de los automatismos de comportamiento es muy importante para el cerebro.

Y por si te has quedado con ganas de más, incluyo algunas sugerencias:

- ✔ Elige diferentes caminos para ir a tu trabajo o a cualquier otro sitio.
- ✔ Vístete de manera diferente, cambia de peinado y de peluquería.
- ✔ Si te aburren la gimnasia y las caminatas, prueba con la danza, la natación o cualquier actividad que implique movimientos corporales coordinados.
- ✔ Aprende a tocar un instrumento. Las clases de música, entre ellas las que se realizan de adultos, liberan las funciones ejecutivas del cerebro de las preocupaciones cotidianas.
- ✔ Cuida tu alimentación, descansa, duerme bien y busca espacios para disfrutar del placer.

Para completar estos ejercicios, te recomiendo que le eches un vistazo a la "Guía rápida" que se encuentra al principio del libro, así como a los consejos que te ofrezco en el capítulo 23. En la web `www.paradummies.es` encontrarás las soluciones.

Capítulo 20

Entrenamiento del cerebro emocional

En este capítulo

- Te explicaré cómo influyen las emociones en las funciones cognitivas
- Conocerás los beneficios del entrenamiento del cerebro emocional
- Aprenderás algunas nociones prácticas para controlar tus emociones y vivir en armonía contigo mismo y con los demás

Sólo tienes que mirar a tu alrededor: pareja, amigos, compañeros de trabajo, incluso a ti mismo, para encontrar personas más propensas que otras a desestabilizarse emocionalmente.

Algunas pierden el control ante problemas que producen angustia, como la pérdida del trabajo o las discusiones que provocan la mayoría de los divorcios. Otras se enfurecen por temas cotidianos que, aunque son irritantes (como un vuelo retrasado o una rayada en el coche provocada por un conductor despistado), se resuelven en pocas horas.

En ambos casos, las emociones negativas influyen en el cerebro de dos formas distintas. Por un lado, reducen el rendimiento de las funciones ejecutivas (porque influyen en la memoria, la atención y la concentración) y, por el otro, pueden afectar a la salud al generar altos niveles de estrés. (En el capítulo 18 encontrarás más información sobre este tema.)

Por eso es necesario ser consciente de la importancia que tiene controlar las emociones y, a su vez, invertir el tiempo necesario para seleccionar el entrenamiento más adecuado.

Por ejemplo, si eres de los que se enfadan con facilidad, no conseguirás nada con tragarte tu rabia, pues no es el camino correcto. Tampoco mejorará tu calidad de vida si te esfuerzas por controlar o negar tus sentimientos racionalmente. La única forma de evitar estos desbordes emocionales consiste en

realizar un trabajo sistemático para que el cerebro aprenda a reaccionar de otro modo.

Asumir el control de las emociones no significa reprimirlas, sino incorporar técnicas para controlarlas para mejorar nuestra calidad de vida y, paralelamente, desarrollar nuestras capacidades cerebrales.

Algunas de las técnicas son milenarias, como la meditación trascendental; otras son conocidas, como usar el pensamiento para modificar estados del cuerpo (en el capítulo 10 encontrarás más información sobre este tema); por último, las hay que forman parte del grupo de herramientas conocidas como de nueva generación.

En el caso de las conocidas, las ciencias que estudian el cerebro están corroborando su eficacia. Por ejemplo, día a día se publican experimentos que confirman que se pueden crear y fortalecer neurocircuitos cerebrales asociados a emociones positivas y desactivar los negativos al meditar o cambiar la forma de pensar.

En este capítulo encontrarás un conjunto de técnicas cuya efectividad puedes comprobar, pero ten en cuenta que se trata de una aproximación, ya que los programas de entrenamiento cerebral se diseñan a medida, tras diagnosticar las necesidades de cada persona.

Diagnóstico de la capacidad de control emocional

Este diagnóstico pretende evaluar si las emociones afectan a las funciones cognitivas, además de la capacidad de un individuo para regular el estrés y reponerse cuando las situaciones son adversas.

Posteriormente, se diseña un plan de trabajo según las propias necesidades. Por ejemplo, si se identifica que el sujeto tiene una personalidad tipo A, propensa a enfermedades coronarias, se le entrena para que cambie su conducta a través de diferentes ejercicios.

Normalmente se utilizan varias técnicas, como el *biofeedback*, que mide los procesos del cuerpo a través de sensores que se colocan sobre la piel (en el capítulo 18 hablo sobre esta herramienta), y el *neurofeedback*, que ofrece información sobre la actividad eléctrica del cerebro.

Estas técnicas se complementan con una batería de tests neuropsicológicos que permiten diagnosticar el estado de ánimo de la persona que se está estudiando y las repercusiones de sus emociones tanto en el desarrollo de sus

funciones cognitivas como en su calidad de vida.

Entrénate para dominar tus emociones

Después de evaluarlo, se diseña un programa de trabajo a medida de las necesidades de cada individuo y se aplica un conjunto de técnicas destinadas a construir y potenciar la efectividad de varios neurocircuitos, entre ellos, los vinculados a la relajación, la empatía, la creatividad, el placer y el bienestar.

Por ejemplo, la resignificación reduce la intensidad de las experiencias negativas mientras que los pensamientos relacionados con la felicidad, el éxito y la alegría activan, refuerzan y establecen nuevos circuitos neuronales.

Aprender a implantarlos en la mente de forma sistemática es un gran punto de partida para el control emocional. Sólo se necesita voluntad para centrarse en los cambios que se han de realizar. Posteriormente, el cerebro se encargará de hacer que estos resultados lleguen a ser permanentes.

Asimismo, y dado que las emociones tienen grandes repercusiones fisiológicas, el participante puede elegir entre una batería de técnicas: desde ejercicios de respiración relajante y antiestrés hasta la meditación trascendental. También se puede controlar el nivel de estrés utilizando un equipo de *biofeedback* con la ayuda de un profesional especializado.

Se pretende activar las estructuras cerebrales que se ocupan de inhibir o modular estados emocionales generados por otras. Por ejemplo, una persona que se paraliza cuando tiene que hablar en público altera el funcionamiento de su corteza prefrontal, necesaria para pensar, articular ideas y comunicarlas con claridad.

Del mismo modo, un tenista profesional que se deprime o rompe raquetas cuando las cosas no van bien acaba perdiendo el partido. Es suficiente con informarse sobre la historia de los *top ten* de este deporte para comprobar que la escasa permanencia de algunos que llegaron a estar entre los diez mejores del mundo no se debió a problemas técnicos, sino a un inadecuado control de sus emociones.

La realidad confirma que, independientemente del ámbito de actividad, quienes se han entrenado de forma adecuada tienen más herramientas para afrontar tanto los momentos desafiantes como las pequeñas cosas de la vida cotidiana. Por ello, y en función de mis conocimientos y experiencias, te sugiero lo siguiente: ¡no lo retrases! El entrenamiento emocional te ofrecerá grandes beneficios.

El entrenamiento para controlar las emociones ofrece enormes beneficios, como los siguientes:

- ✔ Aumenta la resistencia al estrés.
- ✔ Reduce la ansiedad y el cansancio.
- ✔ Mejora el rendimiento neurocognitivo: atención, concentración, aprendizaje, memoria, toma de decisiones.
- ✔ Aumenta la capacidad de relajación.
- ✔ Mejora el bienestar psicológico.
- ✔ Optimiza la integración cuerpo/mente.
- ✔ Contribuye al desarrollo de la inteligencia emocional.
- ✔ Mejora las relaciones con uno mismo y con los demás.

Como ves, ejercitar el control de tus emociones te permitirá mejorar el funcionamiento de tus funciones cognitivas, y conseguirás una mayor calidad de vida.

¡Manos a la obra!

Excepto en el primer ejercicio del apartado "Sintoniza tu cerebro en positivo", el orden de las prácticas es orientativo; puedes elegir las que más te gusten primero y hacer después tu autoevaluación.

Reconoce las emociones

Ejercicio 1. Episodios emocionales recientes: Coge una hoja de papel y divídela en tres partes: mañana (antes de comer), tarde (antes de cenar) y noche (después de la cena). Luego recurre a tu memoria episódica: anota momentos del día anterior y los sentimientos asociados a éstos. ¿Puedes escribir

por qué te sentiste de un modo u otro, por ejemplo, alegre o triste? Si te molesta escribir, usa una grabadora y escúchate después. Este ejercicio te ayudará a detener el tiempo y exteriorizar tus sentimientos mediante una especie de catarsis.

Ejercicio 2. Registra tus emociones positivas y negativas: Describe las emociones que experimentas a diario, positivas y negativas, e intenta identificar las relaciones causa-efecto. Eso te permitirá saber por qué te has sentido de una manera determinada, cómo ha influido en tu conducta y cómo han reaccionado los demás ante ésta.

Este ejercicio también ayuda a reflexionar sobre los cambios que hay que realizar. Por ejemplo, si has estado enfadado toda la mañana, lo más seguro es que hayas discutido o tratado mal a alguien. ¿Cuáles han sido los resultados?

Ejercicio 3. Registra las emociones de los demás: Este ejercicio se parece al anterior, pero ahora eres un espectador. Recurre a tu memoria episódica y recuerda a alguien con quien te relacionaste ayer. Puede ser tu jefe, tu hijo, un compañero de trabajo, un vecino, tu pareja... Describe sus emociones y las consecuencias de las mismas, e intenta ver esa relación causa-efecto.

Sintoniza tu cerebro en positivo

Ejercicio 1. Empieza el día con una actitud positiva: Evita las noticias de primera hora de la mañana. No te preocupes, no te quedarás desconectado del mundo, ya que luego lo vuelven a repetir... ¡e incluyen información nueva! Si no puedes levantarte sin tu radio-despertador, tienes muchas opciones, como música clásica o programas culturales. Si quieres saber la temperatura, el pronóstico del tiempo o el estado del tráfico antes de salir, búscalo en Internet.

- ✔ No te intoxiques con los noticiarios de primera hora de la mañana; son especialistas en dar malas noticias.
- ✔ Tu cerebro necesita que sintonices en positivo desde primera hora y, sobre todo, que sonrías.

Ejercicio 2. Genera emociones positivas desde que te despiertas: La vida está llena de momentos felices y seguramente tienes muchos ejemplos: un examen por el que te han felicitado, el día de tu graduación, episodios de tus últimas vacaciones, las travesuras de los niños...

Generarás emociones positivas si piensas en alguien a quien ames profundamente, como tus hijos, amigos de la infancia, tu pareja o cualquier otra persona con la que te sientas feliz.

Ejercicio 3. Diviértete, ríete todo lo que puedas durante el día: Es muy importante que tu cerebro reciba un mensaje como éste: “Sonrío, me siento bien”. Intenta acompañar estos sentimientos con tu cuerpo, pues el lenguaje no verbal también crea realidades.

Lo sé, este ejercicio no es fácil, pues no vivimos en un mundo donde predominen las buenas noticias. Tampoco sería sensato negar las tensiones que genera la vida en las sociedades modernas. Lo importante es que puedas realizar un cambio en tu interior, ya que el entorno siempre estará “ahí”. Ten presente lo siguiente:

- La risa activa el núcleo accumbens, y provoca una sensación de bienestar que se mantiene durante horas (salvo que tú u otra persona hagáis algo para suprimirla).
- La risa levanta el ánimo, estimula el sistema inmunológico y aumenta la creatividad y la lucidez mental.
- La risa crea buen ambiente, mejora la comunicación con uno mismo y con los demás y, fundamentalmente, es contagiosa.
- Algunos investigadores afirman que reír cien veces al día equivale a hacer un ejercicio aeróbico durante 15 minutos en bicicleta, por eso la risa ¡también ayuda a quemar calorías!

¿Esto es todo? Pues... no. La risa relaja, reduce el estrés y ayuda a tomar decisiones acertadas.

Es suficiente con estirar la comisura de los labios y sonreír. Prueba y verás cómo este gesto te cambia el humor (algunos experimentos demuestran que la mueca de la risa libera endorfinas). Te resultará más útil si despiertas la sensación de alegría en tu mente; por ejemplo, puedes recordar un momento divertido o una escena de una película con la que te hayas tronchado.

Relájate: realiza ejercicios de respiración

La relajación es fundamental en todo programa de entrenamiento emocional y el punto de partida es la respiración. Existen varias técnicas para respirar. Lo ideal es que recurras a un centro de yoga, de meditación o a cualquiera en el que te enseñen a hacerlo bien. También puedes aprender a partir de prácticas como las que te presento ahora.

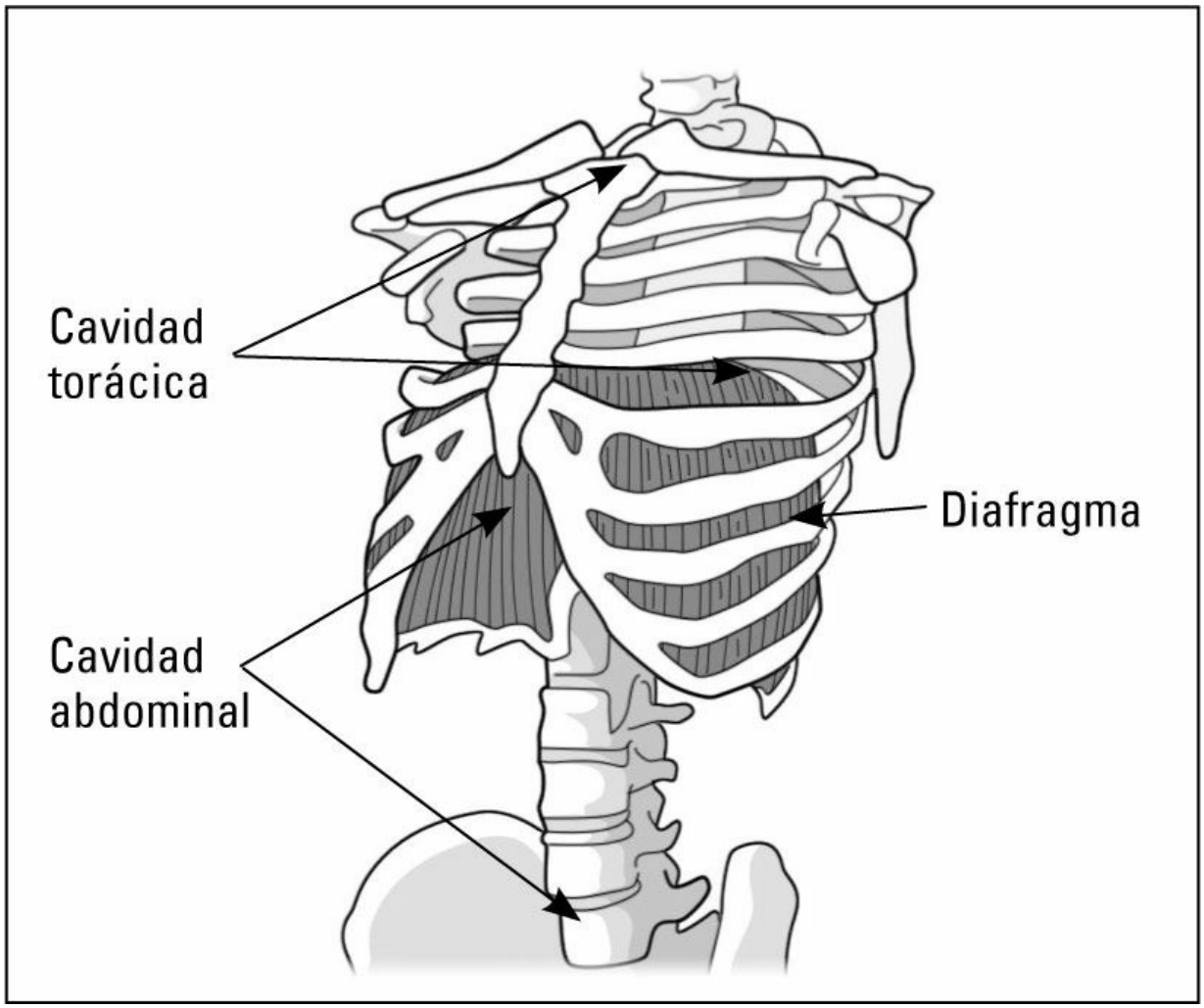


Figura 20-1:
Cavidad torácica y abdominal

Básicamente, existen dos tipos de respiración: la torácica o clavicular y la abdominal o diafragmática.

La *respiración torácica* se realiza con los músculos intercostales, expandiendo y contrayendo el tórax. De esta manera se llena de aire la región media de los pulmones.

La *respiración diafragmática* o *abdominal* es más profunda y consiste en contraer y expandir el diafragma, el músculo con forma de paracaídas que separa la cavidad torácica del abdomen.

Práctica 1. Ejercicio de respiración diafragmática o abdominal:

Pon música suave y colócate en una posición cómoda. Cierra los ojos y sigue estos pasos (puedes aprendértelos de memoria o grabarlos para guiarte durante el proceso):

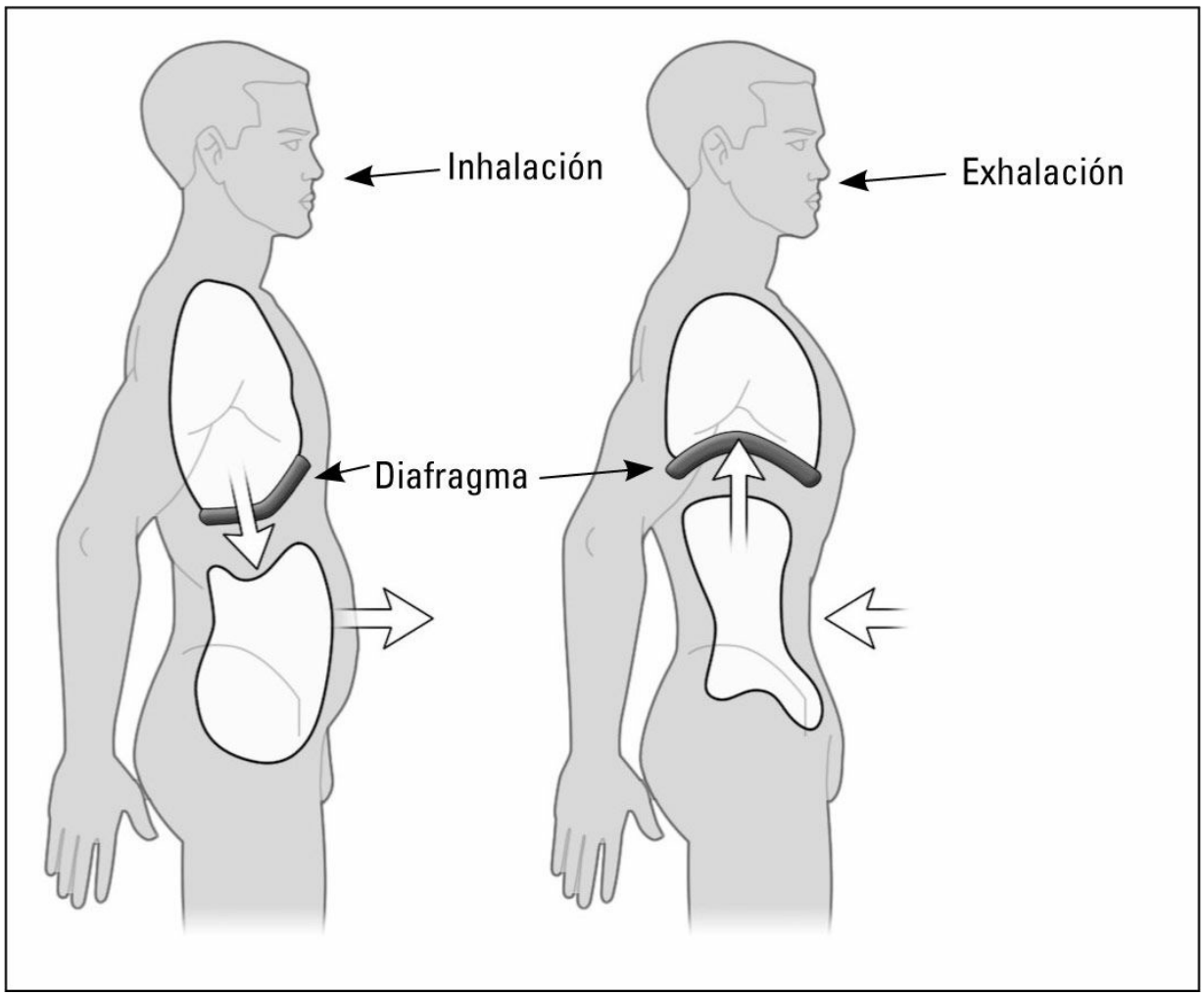


Figura 20-2:
Respiración diafragmática o abdominal

1. Inspira la mayor cantidad de aire que puedas sin esforzarte y sin levantar los hombros, y dirígelo a la parte inferior de tus pulmones.

2. Espira a fondo, por la nariz, tratando de expulsar todo el aire. Concéntrate en el movimiento del diafragma, intenta que la espiración sea larga y profunda.

Puedes emitir un sonido, por ejemplo, "ooo". Con eso conseguirás que la espiración sea continua y lenta, y generarás un efecto de relajación al hacer vibrar la caja torácica y la zona abdominal.

3. Repite el proceso no menos de cinco veces: el aire entra en los pulmones, el diafragma baja y el abdomen se expande.

Si te pones la mano en el abdomen mientras haces este ejercicio, serás físicamente consciente de los movimientos que te he relatado en los pasos

anteriores.

Práctica 2. Ejercicio de respiración completa:

La respiración completa combina las dos, así que es la respiración ideal. Se realiza después de la diafragmática:

1. Inhala lentamente, expande el abdomen, el tórax y, por último, la parte superior de los pulmones.

2. Expulsa lentamente el aire en ese orden, dejando que el abdomen se expanda mientras exhalas.

3. Exhala completamente, empujando los músculos del abdomen hacia adentro.

4. Poco a poco, inhala otra vez con suavidad por la nariz, mientras relajas el abdomen. Recuerda imágenes mentales placenteras, por ejemplo, un lugar que te genere paz y tranquilidad. Lleva el aire hasta el fondo de tus pulmones y deja que tu pecho se hinche un poco sin que se te levanten los hombros.

5. Exhala lentamente por la boca mientras te concentras en los músculos del abdomen, pero no muevas los hombros mientras lo haces. A la vez, puedes rechazar mentalmente todo lo que te incomoda o te produce tensión.

6. Repite estos pasos dos veces más.

Práctica 3. Meditación:

La meditación es el arte o la técnica de silenciar todas las interferencias que entorpecen la conciencia y la concentración, tanto las externas como la propia voz interior. Es la herramienta más eficaz para la observarse, pues permite realizar un análisis desasociado de la realidad y, paralelamente, lograr una conciencia superior. La neurociencia ha comprobado en muchas investigaciones los beneficios de la meditación. Por ejemplo:

- ✔ En un estudio realizado en la Universidad de Massachusetts (Estados Unidos) junto con el Instituto Bender de Alemania, se llegó a la conclusión de que meditar 27 minutos al día durante ocho semanas produce cambios favorables en las áreas del cerebro asociadas con la empatía, el estrés y la memoria.
- ✔ Según una investigación publicada en 2012, los meditadores tienen un

> mayor grado de girificación en la corteza cerebral. La *girificación* es el proceso mediante el cual la superficie del cerebro experimenta cambios que originan surcos y pliegues. La formación de estas estructuras aumenta el procesamiento neuronal, porque cuantos más giros y surcos tenga un cerebro, mayor será su capacidad para procesar información, tomar decisiones y crear recuerdos. Asimismo, existe una correlación positiva con los años de práctica: más años, mayor girificación.

Además de clarificar la mente y favorecer la velocidad de procesamiento de la información, la meditación es el mejor remedio para el estrés, porque disminuye o reduce a cero las tensiones y los pensamientos negativos y mejora las relaciones con los demás y con uno mismo. Por ello insisto: si tienes un problema de estrés, te cuesta aprender, eres indeciso y te preocupa tu memoria, olvídate de las pastillas milagrosas. Hay técnicas milenarias mucho más efectivas.

Práctica 4. Autoevaluación:

Lo ideal es que anotes cómo te sientes utilizando una puntuación sencilla en la que el número mayor indica el mejor resultado obtenido, por ejemplo:

1. Muy tenso.

2. Tenso.

3. Moderadamente tenso.

4. Ni tenso ni relajado.

5. Moderadamente relajado.

6. Relajado.

7. Muy relajado.

Puedes hacerlo cada día o marcarte un día intermedio de la semana (miércoles o jueves) para anotarlo. Por ejemplo, si la primera semana tu estado predominante fue moderadamente tenso, anótalo con el número 3.

MES/SEMANA	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta
Puntuación	3			

MES/SEMANA	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta
Puntuación				

MES/SEMANA	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta
Puntuación				

Imagina que has alcanzado tus metas

En el capítulo 18 encontrarás varias sugerencias para lograr un buen funcionamiento de tu cerebro emocional.

Una de las técnicas más efectivas —en ese capítulo te explico cómo hacerlo —, es la visualización creativa, cuya efectividad también la ha comprobado la neurociencia. Consiste, simplemente, en utilizar la imaginación para influir positivamente en el logro de determinados objetivos tras un proceso de relajación controlado.

Por ejemplo, si quieres vivir en Boston, además de prepararte y trabajar para ello, imagina tu imagen proyectada en una pantalla gigante mientras paseas por sus calles, admiras sus arboledas centenarias, estudias en una de sus maravillosas universidades o entras en la oficina de tu nuevo trabajo.

Es decir, "dalo por hecho". Lo importante es que incorpores, de forma consciente y proactiva, lo que quieres que tu cerebro asuma y crea que es real.

Ten presente lo siguiente:

No existen personas con buena o mala suerte: existen personas que, a través de sus pensamientos, limitan sus posibilidades de fracaso, y otras que, al contrario, bloquean sus posibilidades de éxito. Para el cerebro, un pensamiento de fracaso es tan poderoso que lo cree real y predispone a actitudes que conducirán a ese resultado.

Las emociones anticipan el estado de ánimo, así que es fundamental que sintonices de manera positiva antes de que comience el día.

Aprende a comunicarte contigo y con los demás a través de tu cuerpo

Del mismo modo que el estado interior influye en las expresiones corporales, las posturas indican tu estado interior.

Por ejemplo, se ha comprobado que el cuerpo de una persona cambia cuando vive un largo período depresivo. Normalmente deja de caminar erguida y los hombros se suelen encorvar bajo el peso de la angustia. Cuando se cura, quizá mantenga esta postura debido al cambio sufrido por los tejidos y la musculatura. Si no es consciente y realiza los cambios necesarios, existe el riesgo de que siga sintiéndose deprimida.

Ejercicio 1. En tu entorno social (amigos, familiares, compañeros de trabajo, vecinos) quizá haya personas depresivas. Observa detenidamente su postura y, si tienes tiempo, observa su evolución/involución con el paso del tiempo.

Ejercicio 2. Realiza una práctica inversa a la anterior seleccionando a personas alegres y proactivas. Anota las fechas y haz un seguimiento de sus posturas.

Ejercicio 3. Y por casa, ¿cómo andamos?

- ✔ Baja los hombros, déjalos caer. Deja caer tu maxilar inferior y pon cara triste. ¿Cómo te sientes?
- ✔ Levanta los hombros, adopta una posición erguida, sonríe y, si puedes, recuerda algo que te haya resultado gracioso o divertido y ríete. ¿Cómo te sientes?

Las posturas que denotan energía generan una predisposición positiva,

mientras que las posturas que denotan pesimismo, tristeza y desánimo generan precisamente eso, lo cual conducirá a mayores posibilidades de fracaso.

Cambia de lenguaje

El lenguaje crea realidades. Sin duda, decir las cosas de un modo u otro influye en las reacciones de los demás, abriendo o cerrando canales de comunicación. Por ello, un entrenamiento adecuado en control emocional exige una revisión de las palabras que se utilizan.

Ejercicio 1. Expresiones positivas y negativas: Las palabras tienen un poder del que pocas personas son conscientes. Pueden alegrar o molestar, agradar o desagradar, incentivar, elogiar o herir, etcétera.

- ✔ En el diálogo con uno mismo, las palabras refuerzan actitudes positivas o negativas. Por ejemplo, si determinados términos forman parte de los hábitos lingüísticos, se crean neurocircuitos relacionados con emociones que dirigen la conducta de forma metaconsciente.
- ✔ En el diálogo con los demás, las palabras tienen un enorme potencial para desencadenar todo tipo de respuestas.

Aunque algunas expresiones son tan claras que provocan reacciones inmediatas, como “idiota”, “infeliz”, “inmerecido”, o, a la inversa, “qué guapa estás”, “eres muy inteligente”, “admiro tu fuerza”, tal vez no llaman la atención pero influyen. Por ejemplo, no es lo mismo decir “odio el invierno” que “quiero que llegue el verano”.

Ejercicio 1. Elige a una persona de las que consideres positivas.

Presta atención a las expresiones que utiliza y, si puedes, anótalas.

Ejercicio 2. Haz exactamente lo mismo con una persona negativa.

Ejercicio 3. Analiza cómo les va a ambas, tanto en las relaciones con los demás como en la concreción de sus proyectos.

En la tabla 20-1 se incluyen palabras positivas y negativas. Te propongo que las leas atentamente para incorporar o consolidar las primeras y evitar las segundas.

Tabla 20-1. Connotaciones positivas y negativas

Palabras de connotación positiva		*Palabras de connotación negativa*	
sí	gracias	no	irrespetuoso
desafío	eficaz	pero	ni
siempre	encantado	frío	enfermo (como adjetivo)
correcto	adelante	irresponsable	feo
ejemplar	nosotros	jamás	desagradable
bueno	querido	horrible	inseguro
agradable	luminoso	limitado	destruir
encantador	dinámico	pésimo	terrible
gratis	bien	caro	despido

En síntesis

En este apartado te he proporcionado algunas claves para que domines tus emociones y, a la vez, generes un ambiente positivo para ti y para los demás. Y no te olvides:

- El tipo de pensamiento es clave en el dominio o control emocional.
- Los seres humanos se sienten como piensan que se sienten (valga la redundancia).
- La mayor parte de los estados emocionales se comunican de forma metaconsciente, por ejemplo, a través de la postura, los gestos y las palabras que se utilizan.

Como colofón, te presento algunos ejercicios para que practiques el control de tus emociones y puedas vivir en armonía:

1. Practica todo lo que has aprendido sobre relajación y visualización creativa antes de salir de casa. Sonríe al despertarte, sonríe frente al espejo, imagínate que has alcanzado tus metas.

2. Prepárate la ropa la noche anterior. Si te vistes con prisas y luego no te gusta tu aspecto físico, pasarás todo el día incómodo y enfadado. Eso repercutirá en tu estado de ánimo y, sin duda, lo comunicarás de forma no consciente.

3. Si te das cuenta de que no puedes relajarte ni sonreír, de que estás estresado y vives de mal humor, recurre a un especialista y comienza cuanto antes a resolver este problema.

4. Sé amable contigo mismo y con los demás. Vigila la hiperactividad, pues todos tendemos a convertirnos en los carceleros de las prisiones que nosotros mismos vamos creando.

5. Analiza tu postura, amplía información sobre el tema recurriendo a la bibliografía especializada en lenguaje no verbal. Si ves que tienes algo que corregir, pon en marcha los cambios necesarios.

6. Cambia de lenguaje. Sé consciente de tus expresiones, estúdialas y modifícalas para que te beneficien.

7. Cada día, controla tus pensamientos. Si te fastidian y te das cuenta de que estás sintonizado en negativo, recurre a mentalmente a las técnicas de relajación e

intenta revertir tu estado emocional.

8. Analiza tus hábitos: ¿duermes bien? ¿Comes bien? ¿Tienes momentos para el placer y la diversión? ¿Te compras lo que te gusta? La respuesta a todas estas preguntas debe ser afirmativa.

9. ¿Te gusta tu cuerpo? Esta evaluación es muy importante, ya que los complejos son una fuente inagotable de pensamientos y emociones negativas. Si no lo estás, cambia inmediatamente. No retrases las dietas, los ejercicios para moldear el cuerpo ni las visitas al dentista. Estar bien con uno mismo es fundamental.

10. Practica un deporte o una actividad aeróbica. Cómprate una bicicleta y utilízala todo lo que puedas. En las grandes ciudades hay ciclistas no profesionales que quedan para pasear en bici. Encuéntralos y únete a ellos.

En el entrenamiento emocional no hay límites. Todos los seres humanos pueden modificar los circuitos cerebrales responsables de lo que les hace bien o les juega malas pasadas. Para ello, trabaja de forma sistemática para cambiar tu manera de pensar, comunicarte, sentir, actuar y recoge los frutos de tu esfuerzo, independientemente de tu profesión o de tu lugar en el mundo.

Capítulo 21

Gimnasios para el cerebro

En este capítulo

- Te explico qué debes tener en cuenta a la hora de elegir un buen gimnasio cerebral
- Conocerás los componentes de un programa integral de desarrollo cerebral
- Te presento ejemplos y casos de entrenamiento específico y a medida

Si estás interesado en mejorar tus funciones cerebrales, es posible que hayas escuchado esto más de una vez: "Del mismo modo que ejercitamos los músculos del cuerpo, hay que ejercitar los músculos del cerebro".

Como sabes, el cerebro no tiene músculos, sino funciones que hay que ejercitar, como la atención, la memoria, la velocidad a la hora de procesar información, su rapidez de respuesta, etcétera.

No obstante, aunque el ejemplo es válido y a veces lo utilizo —a la larga, los músculos que no usamos se atrofian y las neuronas que no se utilizan envejecen con más rapidez—, el entrenamiento físico no puede compararse con el cerebral porque este último incluye al primero y, a su vez, necesita de un trabajo importante de control emocional, así que es más amplio y complejo.

Debes considerar este aspecto, ya que el auge de los gimnasios cerebrales ha propiciado la aparición de algunos que no ofrecen el entrenamiento adecuado.

Por ejemplo, no se obtienen buenos resultados cuando las prácticas se centran en lo cognitivo y se minimiza lo emocional. Lo mismo sucede cuando se evita analizar los hábitos, pues algunos son malos para el cerebro, como el sedentarismo y una alimentación inadecuada.

Si ya has leído los capítulos anteriores, sabrás qué es bueno para el cerebro: jugar al Risk, al ajedrez, resolver crucigramas, realizar ejercicio físico, bailar, divertirse, pensar en positivo, etcétera. Lo que quiero destacar es que todo esto

"suma", ya que todo programa para potenciar las capacidades cerebrales debe ser exhaustivo y diseñarse a medida.

Por ejemplo, tanto un jugador de fútbol como un arquitecto necesitan que sus capacidades visoespaciales funcionen al máximo rendimiento, pero, como el primero deberá agilizar su velocidad de respuesta motriz ante varios estímulos visuales simultáneos, gran parte de sus prácticas reforzarán el sistema neuromuscular (sistema nervioso y sistema musculoesquelético).

Recuerda:

- ✔ El entrenamiento cerebral debe ser integral, sistemático, exhaustivo y diseñado a medida.
- ✔ Cuando se aplican técnicas aisladas, los beneficios son limitados.

Si necesitas más argumentos para convencerte, sigue leyendo.

El cómo y el porqué del entrenamiento cerebral integrado

Aunque se puede entrenar una función concreta ante una necesidad específica (por ejemplo, la percepción visual y la velocidad de procesamiento de la información en el caso de los tenistas), mejorar las capacidades del cerebro implica un trabajo sistemático que comprenda las ocho áreas de trabajo que describo en el cuadro "Componentes de un programa integral de desarrollo cerebral" de este apartado.

Si bien el gimnasio se ocupará de los diagnósticos y del diseño definitivo de tu entrenamiento, tú debes decidir si quieres incorporar meditación o yoga para relajarte. También deberás escoger entre ejercicios aeróbicos o danza, caminatas o ciclismo, siesta energética u otro tipo de pausa (hay muchas opciones). Este libro te ofrece todas las herramientas que necesitas para participar activamente en el diseño del programa que responda mejor a tus necesidades, gustos y expectativas.

Del cuadro de componentes se desprende que es un trabajo que exige voluntad y constancia, pues es muy completo. Sin embargo, no te preocupes, ya que la mayoría de los ejercicios incluyen juegos y las prácticas son interesantes y divertidas. Normalmente, el tiempo te pasará volando.

Como incentivo adicional, puedo asegurarte que los resultados que obtendrás son extraordinarios. Sin duda, un programa completo y exhaustivo como el descrito puede cambiarte la vida, ya que todas las actividades, aunque pretendan entrenar, forman un importante espacio para la reflexión y la comunicación con uno mismo y con los demás.

Componentes de un programa integral de desarrollo cerebral

1. Diagnóstico neurocognitivo. Analiza aspectos relevantes, como las fortalezas y debilidades de una persona en cuanto a percepción, atención, velocidad de procesamiento de información, memoria, resolución de problemas, velocidad de respuesta y toma de decisiones, entre otros. En el caso de las actividades que exigen velocidad física de reacción (jugadores de fútbol, tenis,atletas, entre otros), se incorpora tanto un diagnóstico como un conjunto de prácticas destinadas a evaluar y potenciar el funcionamiento del sistema neuromuscular.

2. Diagnóstico sobre la capacidad de control emocional. Mide cómo afectan las emociones a la puesta en práctica de las funciones ejecutivas y, paralelamente, a la capacidad para regular el estrés, relacionarse con los demás y reponerse tras un problema.

3. Diseño del programa personalizado de entrenamiento. En función de los resultados de ambos diagnósticos, se define el entrenamiento necesario junto con el participante. Posteriormente, los contenidos se ajustan según la información de las evaluaciones.

4. Entrenamiento neurocognitivo. Optimiza los procesos de atención, concentración, planificación, velocidad de procesamiento de la información, velocidad de reacción, aprendizaje y memoria. Potencia las funciones ejecutivas.

5. Entrenamiento emocional. Desarrolla capacidades para el reconocimiento y gestión del estrés, disminución de la ansiedad y de los estados de angustia. Mejora el bienestar de una persona consigo misma y con los demás.

6. Entrenamiento integrado. Permite controlar las emociones y liberar las funciones ejecutivas del cerebro de factores endógenos y exógenos que puedan afectarlas, por ejemplo, el estrés laboral, los ruidos, las situaciones caóticas de trabajo o momentos personales que estén atravesando los participantes y dificulten la atención, la concentración, el razonamiento, la memoria y la toma de decisiones.

7. Actividades físicas. Numerosas investigaciones científicas han demostrado

la conexión que existe entre la actividad física y el rendimiento cerebral. Además de aumentar el flujo de sangre hacia el cerebro (lo que permite una mejor oxigenación y nutrición de sus células), favorece el rendimiento de las funciones ejecutivas, la neurogénesis, la memoria, retrasa el envejecimiento cerebral y ahuyenta las emociones negativas. Sin embargo, sólo algunos gimnasios cerebrales las ofrecen como complemento de sus servicios. Lo importante es que guíen a las personas para que elijan las que se adapten mejor a sus gustos y necesidades.

8. Cambio de hábitos. Hay hábitos que son excelentes para el cerebro y otros que son muy dañinos. Normalmente se ofrece información detallada y charlas sobre unos y otros para que los participantes puedan identificarlos, tomen conciencia sobre los cambios que deben realizar y los implementen. Por ejemplo, el gimnasio te informará sobre lo que te conviene comer y lo que no para mantener tu cerebro en forma; no obstante, lo ideal es que incorpores una dieta elaborada por un dietista. El gimnasio se ocupará del seguimiento.

Tiempos, alcance y resultados

¿Cuánto tiempo dura un programa completo de entrenamiento cerebral? Para esta pregunta no hay una única respuesta, ya que los diseños son a medida, esto es, en función de la edad, de las fortalezas y debilidades y del tipo de entrenamiento que necesita.

No obstante, existen algunos valores que pueden tomarse como parámetros, pues surgen de una muestra representativa de casos o investigaciones científicas. Por ejemplo:

✔ La doctora Karlene Ball, de la Universidad de Alabama (Birmingham), demostró que, después de diez sesiones de entrenamiento neurocognitivo, se observan mejoras importantes en las funciones ejecutivas.

Malabares para el cerebro

Durante una investigación realizada en Alemania (Universidad de Ratisbona), los participantes que aprendieron y practicaron malabarismo durante tres meses mostraron una expansión en zonas de la corteza que se ocupan del procesamiento y almacenamiento de movimiento visual complejo.

Posteriormente, y a petición de los investigadores, abandonaron las prácticas durante un período similar: tres meses. Cuando volvieron a escanearles el cerebro, se observó que las regiones que habían experimentado un desarrollo comenzaban a reducirse otra vez.

La investigación de la Universidad de Ratisbona, como otras anteriores que llevaron a cabo diferentes experimentos, confirma la importancia de incluir diversas actividades para mantener activo todo el cerebro.

- ✔ Durante una investigación realizada por el Instituto Beckman, en la Universidad de Illinois, se comprobó que hacer actividades aeróbicas durante un año (40 minutos al día, tres veces por semana) aumenta el tamaño del hipocampo y mejora la memoria. Participaron 120 personas de más de cincuenta y cinco años (un grupo de trabajo y un grupo de control).
- ✔ En el Brain Decision Braidot Centre se comprobó que 12 sesiones de ejercicios dirigidos por un *software* especializado mejoran la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento de la información en participantes que tienen entre treinta y cuarenta y cinco años.
- ✔ Durante una investigación realizada en la Universidad de California (UCLA) con resonadores magnéticos, se concluyó que el uso de Internet agiliza la memoria, la toma de decisiones y el razonamiento complejo en personas mayores. Estos cambios comienzan a notarse una semana después de utilizar la red (todos los días) para buscar información destinada a responder preguntas sobre diferentes temas.
- ✔ En el caso de niños, adolescentes y adultos, se ha comprobado más de una vez que los videojuegos agilizan varias funciones, como la

atención, la concentración, la velocidad de procesamiento de la información y la memoria de trabajo.
Algunos son muy efectivos para desarrollar capacidades visoespaciales, por ejemplo, los que incluyen rotación de objetos. Sin embargo, en el caso de niños y adolescentes, es imprescindible la guía y supervisión de un adulto, ya que los índices de adicción son altos.

Con relación al entrenamiento para la gestión de las emociones propias, el eje de tiempo está determinado por las características individuales. Veamos dos casos extremos:

- ✔ Algunas personas tienen una gran facilidad para pensar de forma positiva: se levantan casi todos los días con una sonrisa, se alegran de estar vivas, de tocar, mirar, sentir, hacer. Normalmente, su nivel de estrés es bajo y resuelven los aspectos que deben mejorar en menos de dos meses. Durante ese período, también trabajan para potenciar habilidades como la empatía, la comunicación y la resolución de conflictos que normalmente generan otros, por ejemplo, en el trabajo o el ámbito familiar.
- ✔ Otras personas, la mayoría, no comienzan bien el día. Suele agobiarlas todo lo que han de hacer, las tensiones familiares y laborales, siempre van sacando la lengua para hacer algo "urgente", les cuesta reírse y ver los aspectos positivos. Normalmente, sus niveles de estrés son altos.

Dado que las herramientas que se utilizan responden a su modalidad de trabajo cerebral y pretenden activar-reforzar determinados neurocircuitos y, a la vez, inhibir otros que son nocivos (como la ira, la ansiedad y el odio), el período de entrenamiento emocional de estas últimas suele ser largo.

Tanto para el entrenamiento neurocognitivo como para el emocional se establecen dos sesiones semanales en el gimnasio. Normalmente se aconseja al participante que siga practicando entre cada sesión.

Por ejemplo, si un participante entrena su memoria visual con un *software*, se le sugiere que elija un lugar por donde pase (la estación del metro, la manzana de su vivienda, la oficina de un cliente) y detalle la ubicación espacial de los objetos, colores, formas, etcétera con el mayor nivel de detalle.

Entrenamientos focalizados

Aunque insisto en que todo programa de entrenamiento cerebral debe ser integral, las prácticas específicas son muy útiles para quienes necesitan mejorar o potenciar su rendimiento en un campo de trabajo concreto.

Ejemplos en el mundo del deporte

La práctica de un deporte es una de las formas de activación cerebral más completa, ya que implica tanto la esfera cognitiva como la emocional y la motora. Las nuevas técnicas, cuya efectividad ha sido probada por pilotos de Fórmula 1, jugadores de fútbol, de rugby y golfistas profesionales, entre otros, permiten mejorar el rendimiento en el campo de juego si, además de entrenarse físicamente, entrenan su cerebro de forma integral.

Por ello, en el deporte profesional, como el tenis, el fútbol, el golf y el automovilismo, las prácticas destinadas a mejorar las funciones cerebrales se han convertido en parte esencial del entrenamiento. Veamos algunos ejemplos:

- ✔ En el fútbol, uno de los pioneros en el entrenamiento cerebral de jugadores profesionales y no profesionales es el belga Michel Bruyninckx. Los primeros mejoraron su rendimiento y, entre los segundos, casi un 25% llegó a jugar en primera división.
  Estos resultados, sumados a los de otras instituciones que han puesto en marcha programas similares, demuestran que las habilidades en el deporte aumentan cuando se realiza un entrenamiento que, además de lo emocional, incluye prácticas destinadas a mejorar la percepción sensorial, la atención, la concentración, la velocidad de respuesta y las habilidades visoespaciales.
  Por ejemplo, uno de los dispositivos más avanzados se llama *footbonaut*. Es una especie de habitación metálica compuesta por cuatro paredes con más de sesenta ventanas desde donde se lanzan balones que el jugador debe controlar desde un círculo situado en el centro.
  Se trata de una práctica extraordinaria para mejorar la visión periférica, la velocidad de procesamiento de la información y, fundamentalmente, la velocidad de respuesta, ya que el participante debe colocar cada balón en el panel que esté señalado con una luz verde.
  Cabe destacar que el *footbonaut* es sólo una de las herramientas que se

utilizan, ya que además de un programa dirigido al control emocional, el entrenamiento neurocognitivo incluye todo tipo de prácticas, como resolver cálculos y demás ejercicios destinados a mejorar la memoria operativa.

✔ En el mundo del rugby, el equipo Los Pumas (apodo de la selección nacional argentina), que obtuvo el tercer puesto en el Mundial de 2007, participó en un programa integrado por diferentes ejercicios cerebrales diseñados en función de los siguientes objetivos:

- Aumentar la velocidad de reacción ante los movimientos del balón y también ante los movimientos estratégicos de otros jugadores.
- Mejorar la visión periférica y el movimiento sacádico, que es la ilusión óptica que genera el sentido de la vista cuando se observa algo que se mueve rápidamente, ya sea un objeto o una persona.
- Aumentar de la capacidad de concentración.
- Disminuir el estrés.

A nivel cerebral, este entrenamiento permite activar más neuronas, con lo cual se mejora no sólo la rapidez de los movimientos en el campo de juego, sino también la velocidad en la toma de decisiones.

✔ En el ámbito del golf, un ejemplo que muestra un importante avance es el trabajo de Jeffrey Ross y sus colaboradores, quienes formaron a un grupo de golfistas en técnicas de manipulación motora a través de la imaginación. Las prácticas consistían en ensayar determinadas jugadas mentalmente, sin movimientos físicos.

Los resultados demostraron una mejora en la práctica general (inducida por el mecanismo de la neuroplasticidad) caracterizada por una mayor activación en el cerebelo (responsable de la modulación del movimiento muscular y del equilibrio postural), en las cortezas motora y parietal, y en el lóbulo frontal.

Los lóbulos frontales se consideran los "ejecutivos del cerebro" e intervienen, además, en la asimilación de las emociones. Moderan las reacciones viscerales y participan en la elaboración de planes y estrategias durante la práctica deportiva.

✔ En el ámbito del tenis cada vez se utiliza más una técnica llamada *Quiet eye*, que consiste en utilizar los movimientos oculares para centrar la atención, controlando y orientando los movimientos del cuerpo mediante la vista. Al mejorar la agudeza visual, el tenista puede decidirse en menos tiempo (milésimas de segundo, en algunos casos), por ejemplo, cuándo y hacia dónde va a dirigir la pelota.

Esta técnica es muy útil en la mayoría de los deportes, pues los resultados dependen, en gran parte, de la habilidad de la vista para

calcular la distancia, la dirección y el momento oportuno. Luego, el cerebro procesará los datos para traducirlos en una mayor precisión de los movimientos.

Como ves, existe una gran variedad de técnicas con un mismo objetivo: mejorar el funcionamiento cerebral. Se caracterizan por un número cada vez más creciente de variantes a causa de la contribución del avance tecnológico, que permite diseños cada vez más personalizados.

Recomendaciones

Para el apartado anterior he elegido casos del mundo del deporte porque atraen a la mayoría de los lectores. Sin embargo, quiero subrayar que todos los seres humanos, independientemente de su formación, pueden desarrollar sus capacidades cerebrales y aplicarlas a las actividades que realizan.

Igual que un deportista mejora su rendimiento con un programa adecuado de entrenamiento neurocognitivo, emocional y neuromuscular, un ejecutivo mejora sus capacidades de liderazgo y toma de decisiones, una secretaria aumenta su eficiencia, una ama de casa administra con mayor eficacia recursos que suelen ser escasos (como el tiempo y, a veces, el dinero), un controlador aéreo reduce sus posibilidades de error y un obrero puede reducir al mínimo su riesgo de accidentes.

Hemos entrado en la revolución de las neurociencias y, si no aprovechásemos sus avances, nos estaríamos equivocando, pues gracias a la plasticidad cerebral, todos podemos alcanzar altos niveles de desarrollo si decidimos hacerlo.

Llegado a este punto, y para finalizar, quisiera subrayar la importancia del entrenamiento emocional:

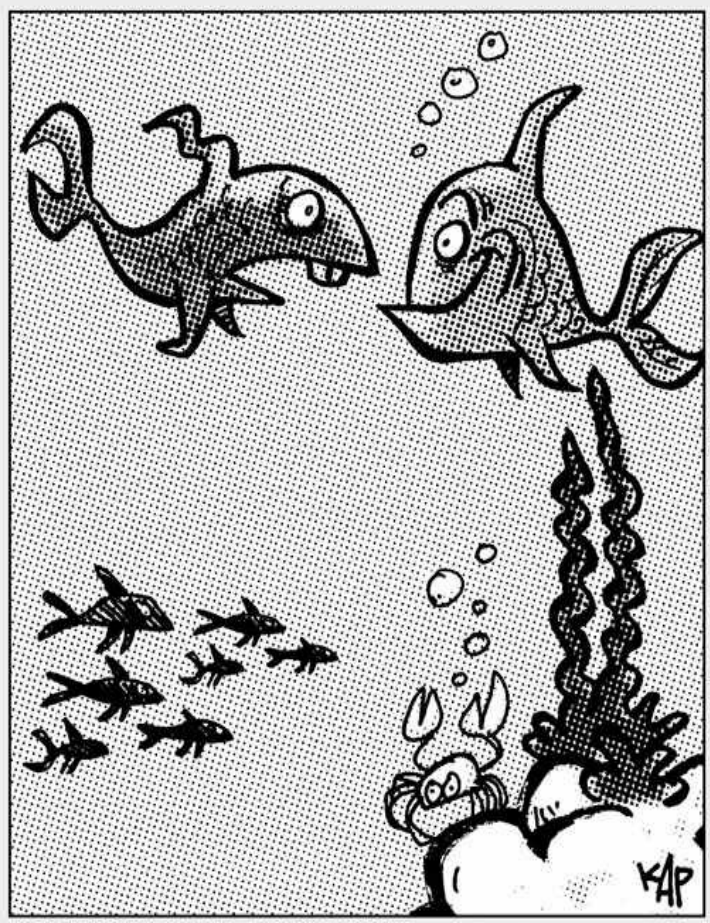
- ✔ No es la razón, sino la emoción, lo que nos hace humanos.
- ✔ Tanto las emociones positivas como las negativas generan un conjunto de cambios químicos que influyen en el estado de ánimo y en el rendimiento del cerebro ejecutivo.
- ✔ Las emociones no son un obstáculo para el razonamiento, sino un componente fundamental de éste.

En los gimnasios cerebrales (si eliges bien) encontrarás las herramientas que necesitas para esculpir tus propias redes neuronales y, al mismo tiempo, mejorar tu eficiencia, tus relaciones con los demás y tu calidad de vida.

Parte VI

Los decálogos

KAP



—¿Es verdad que desde que ejercitas la memoria puedes recordar cosas que pasaron incluso hace más de 10 minutos?

En esta parte...

En la parte final de esta obra te presento tres decálogos en los que encontrarás temas muy interesantes (diez en cada uno).

Dedico el primero a revisar creencias que se han tomado como verdades indiscutibles pero, en realidad, contienen importantes errores. Por ejemplo, muchas personas creen (y dicen) que los seres humanos sólo utilizamos el 10% del cerebro, lo cual es un disparate.

En el segundo abordo el tema de la felicidad y las recompensas, y me permito (basándome en investigaciones científicas) ofrecerte diez claves para tener un cerebro más feliz.

El tercero trata sobre curiosidades del cerebro. Algunas tienen que ver con números que nos dejan boquiabiertos, como los 160.000 kilómetros que recorrerían los vasos sanguíneos si los extendiéramos y la velocidad de casi 400 kilómetros por hora a la que circulan algunos impulsos nerviosos.

Otras tienen que ver con funciones, como las que explican nada menos que las experiencias cercanas a la muerte. No tengo dudas de que, como yo, más de una vez te quedarás boquiabierto mientras lees.

Capítulo 22

Diez creencias erróneas sobre el cerebro

En este capítulo

- Te mostraré algunas de las mentiras más habituales sobre la utilización del potencial cerebral
- Destaparé algunas creencias erróneas sobre el trinomio razón-emoción-inteligencia
- Conocerás mi apuesta sobre lo que pasaría si el cerebro compitiese contra los ordenadores

Hace mucho tiempo que existen falsas creencias sobre el funcionamiento del cerebro y no siempre proceden de los investigadores. Por ejemplo, para los seguidores de la frenología —una corriente del siglo XIX considerada hoy una pseudociencia—, las protuberancias de la superficie del cráneo reflejaban ciertos rasgos de personalidad.

Como puedes imaginar, gran parte de la comunidad científica no se tomó en serio las afirmaciones de los frenólogos, pero uno de los libros que publicaron (en 1827) ¡vendió más de cien mil ejemplares!

En el siglo XXI, aunque las investigaciones neurocientíficas se escriben en libros accesibles para todos, se difunden a través de la prensa, la radio y la televisión, y se publican en revistas y sitios de Internet accesibles a cualquier interesado, siguen circulando falsedades. Veamos algunas de ellas.

Los seres humanos sólo utilizan el 10% de su cerebro

He puesto esta creencia en primer lugar (y me extenderé en ella más que en las otras) porque parece formar parte de cierto saber popular. En realidad, me sorprende la cantidad de personas a las que les he oído decir que, si el hombre utilizara aunque fuera el 50% de su cerebro, sería infinitamente más inteligente, lo cual no es cierto. De hecho, si alguien utilizara sólo el 10% de su cerebro, no podría ni dar un paso.

Veamos un par de ejemplos y en qué se basan:

Cuando levantas la mano para saludar a alguien, existe un conjunto de neuronas que se ponen en marcha para que puedas reconocerlo. Luego, comienzan a trabajar tus cortezas premotora y motora para que tu brazo y tu mano se muevan. También intervendrá el cerebelo, una área vital para el control de actividades musculares rápidas.

Como normalmente un saludo se acompaña con una sonrisa, participarán regiones prefrontales (implicadas en el proceso cognoscitivo), parte de las neuronas espejo (relacionadas con la empatía) y el núcleo accumbens (si el encuentro con el otro es placentero).

Esto es sólo una parte, ya que no se activarán las mismas zonas si saludas a tu madre, a un vecino o un compañero de trabajo, a alguien a quien quieres, a alguien que te es indiferente o a alguien que detestas.

Si optas por la bicicleta como actividad física para que tu cerebro funcione mejor, cada vez que te montes intervendrá tu memoria procedimental y, de forma simultánea, otros procedimientos que exigen el procesamiento de distintos tipos de información:

- **Sensorial.** ¿Se acerca un coche o un microbús?
- **Cognitiva.** Si tomo este atajo, acorto camino y llego más rápido.
- **Motora.** Tengo que reducir la velocidad porque hay muchos charcos.

Como imaginarás, si el cerebro utilizara el 10% de su capacidad, algo tan simple como montar en bicicleta sería imposible.

En todas las actividades que se realizan, incluso en las más

simples, intervienen múltiples áreas sensoriales, cognitivas y motoras, pues un estímulo que active una red neuronal activará otras áreas en milisegundos.

Toda experiencia humana, consciente o metaconsciente, inicia un conjunto de movimientos que el cerebro jamás podría realizar si sólo utilizara un 10% su capacidad.

La inteligencia se hereda

Como la inteligencia y otras habilidades mentales dependen de la estructura fisiológica del sistema nervioso, y el cerebro, como otros órganos, está sujeto a las influencias genéticas, muchas personas la consideran una capacidad hereditaria y, lo que es más peligroso, creen que unas razas son más inteligentes que otras.

Uno de los libros más polémicos que se han escrito sobre el tema es *The bell curve*, de Richard Herrnstein y Charles Murray, quienes quisieron demostrar que el 60% del coeficiente intelectual está inscrito en los genes y que sólo el 40% es consecuencia del medio ambiente. Como los datos en los que se basaron revelaban un coeficiente intelectual más alto en los blancos que en los negros, subyacía un componente racista en el análisis.

Aunque todo ser humano hereda un patrón único de los genes de sus padres, éste es un componente de base, ya que el desarrollo de su inteligencia dependerá de los estímulos que reciba del entorno y, fundamentalmente, de lo que él haga para potenciarla.

El coeficiente intelectual muestra el nivel de inteligencia

El coeficiente intelectual (CI) es una puntuación que se obtiene al resolver un conjunto de cuestionarios estandarizados para medir las habilidades cognitivas de una persona con relación a otras de la misma edad. Por ejemplo, un individuo que busque trabajo puede obtener un resultado como el que indica la figura 22-1. Sin embargo, estos coeficientes no siempre garantizan un buen rendimiento futuro.

Por ejemplo, en Estados Unidos se ha investigado a personas que obtuvieron puntuaciones bajas en el Scholastic Assessment Test (SAT) y en el American Collage Test, pero han desarrollado una carrera profesional exitosa.

En Alemania, un estudio realizado por la consultora Egon Zehnder International entre cientos de ejecutivos de primer nivel de ese país, Japón y América Latina, demostró que eran más propensos a triunfar quienes obtenían puntuaciones más altas en control de las propias emociones comparados con quienes habían obtenido una alta puntuación en coeficiente intelectual.

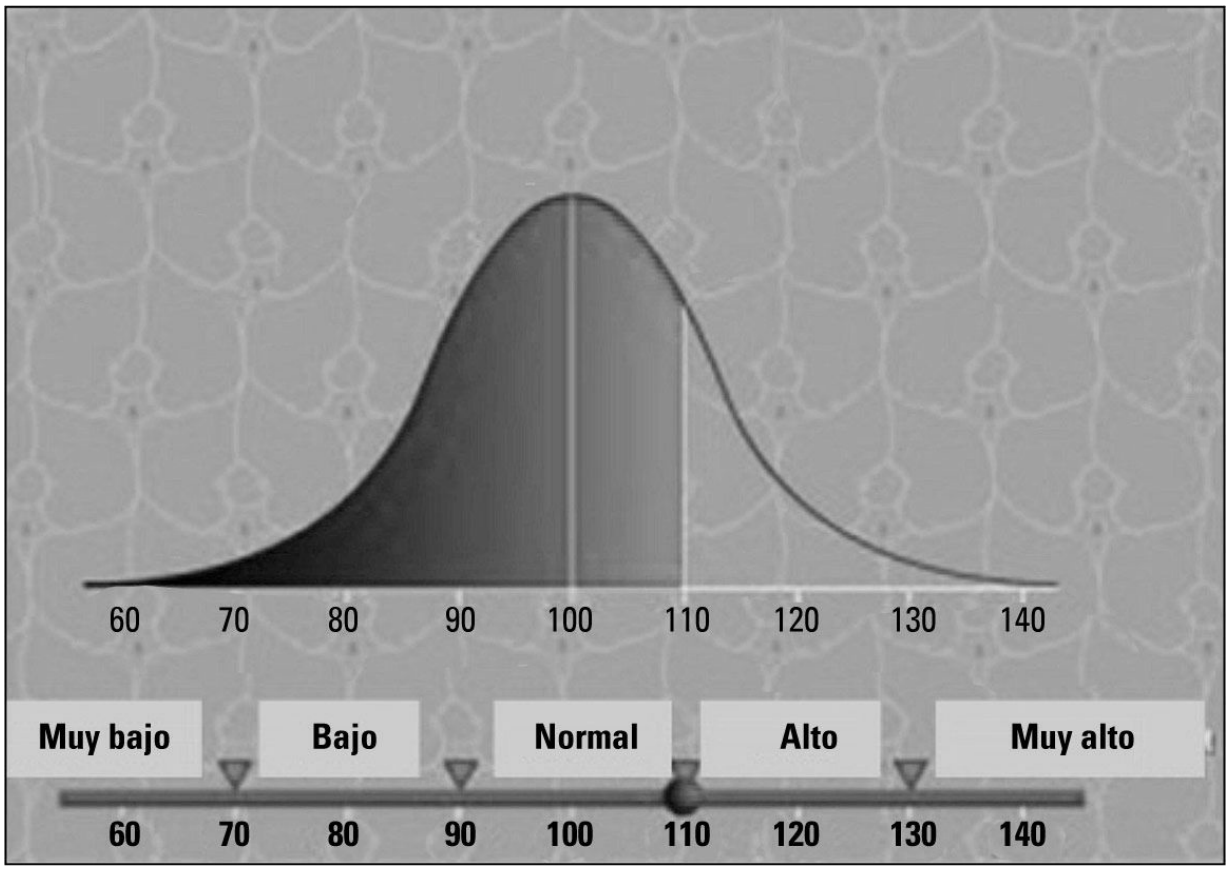


Figura 22-1:
Modelo de evaluación de cociente intelectual

Vayamos atrás en la historia: las biografías de Einstein y Edison demuestran que ninguno de los dos destacó durante sus primeros años como estudiante; más aún, hay grandes inventores que, para la visión clásica de lo que es una conducta inteligente, los hubieran considerado retrasados mentales.

La inteligencia no es lo que miden los clásicos cuestionarios de coeficiente intelectual. Una persona inteligente es aquella que, además de manejar el vocabulario con fluidez, comprender rápidamente lo que lee, resolver cálculos con habilidad, tomar decisiones correctas y alcanzar sus objetivos, es capaz de relacionarse consigo misma y, fundamentalmente, con las demás.

La agilidad mental comienza a deteriorarse a partir de los cuarenta años

El cerebro humano alcanza su madurez alrededor de los treinta años y, al contrario de lo que se creía, un desarrollo pleno entre los treinta y cinco y los cuarenta (lo han demostrado investigaciones recientes, entre ellas, las del Instituto de Neurociencia Cognitiva de Londres), siempre que existan condiciones ambientales favorables.

Por ejemplo, si un individuo de treinta años no hace nada por mantener su cerebro joven y activo (no lee, no estudia, se alimenta mal, fuma, lleva una vida rutinaria y aburrida), es probable que su cerebro comience a deteriorarse a partir de esa edad.

Con el paso del tiempo, mayor será el esfuerzo que tendrá que hacer para aprender y recordar, ya que la memoria suele ser una de las funciones que se ve más afectada por el sedentarismo físico e intelectual.

A no ser que esté lesionado, el cerebro pierde agilidad cuando no se utiliza. Se ha demostrado científicamente que la exigencia intelectual combinada con ejercicio físico y una alimentación adecuada evita el deterioro del sistema nervioso, pues promueve procesos de neurogénesis y neuroplasticidad positiva.

El cerebro no genera nuevas neuronas a lo largo de la vida

Una creencia arraigada durante mucho tiempo fue que los humanos nacemos con una determinada cantidad de neuronas y que sólo aumentan las conexiones entre ellas como resultado del aprendizaje y la experiencia. Las investigaciones actuales que estudian la neurogénesis contradicen estas afirmaciones.

El sistema nervioso sigue generando nuevas neuronas y células gliales a lo largo de la vida, incluso a edades avanzadas (neurogénesis adulta). Se ha comprobado que las actividades aeróbicas, la alimentación adecuada y un correcto equilibrio entre las horas de sueño y vigilia favorecen la neurogénesis.

El daño cerebral es irreversible

Como el cerebro es el soporte físico de la mente, una lesión en cualquiera de sus zonas es preocupante. Desde un golpe en la cabeza hasta un accidente cerebrovascular (ACV) pueden dejar a un individuo en estado vegetativo. Sin embargo, no es siempre así. Aunque hay algunas neuronas que se dañan para siempre, es sorprendente la capacidad del cerebro para crear nuevas conexiones entre las que existen.

Por ejemplo, en el capítulo 6 puedes leer el caso de Jill Taylor, la neuroanatomista estadounidense que fue anotando todo lo que le pasaba y sentía mientras padecía un derrame en la parte izquierda de su cerebro. Los primeros días no podía caminar, hablar, leer, escribir y recordar. Con el tiempo, y tras seguir el tratamiento indicado, dio conferencias por todo el mundo sobre su propio caso.

También es sorprendente la capacidad de algunas zonas del cerebro para realizar funciones que antes realizaban otras. Por ejemplo, cuando se produce una lesión importante en el hemisferio izquierdo, el habla puede recuperarse porque parte de las funciones relacionadas con el lenguaje las asumen zonas del hemisferio derecho.

Las emociones interfieren negativamente en la toma de decisiones

También se cree que la ausencia de emociones facilita la toma de decisiones acertadas. Al estudiar lo que ocurre en el cerebro durante estos procesos mediante fMRI y otras técnicas, la neurociencia moderna ha encontrado la base científica que demuestra todo lo contrario: las emociones actúan como una especie de GPS que se adelanta y guía el componente cognitivo para que no elija una alternativa perjudicial o negativa.

También se ha comprobado que, si no hay emociones, es más probable que alguien se equivoque cuando tome una decisión. (Encontrarás más información en el capítulo 9.)

En el futuro se podrán construir ordenadores que funcionen como el cerebro

El término "sistema" se utiliza constantemente en el ámbito de la

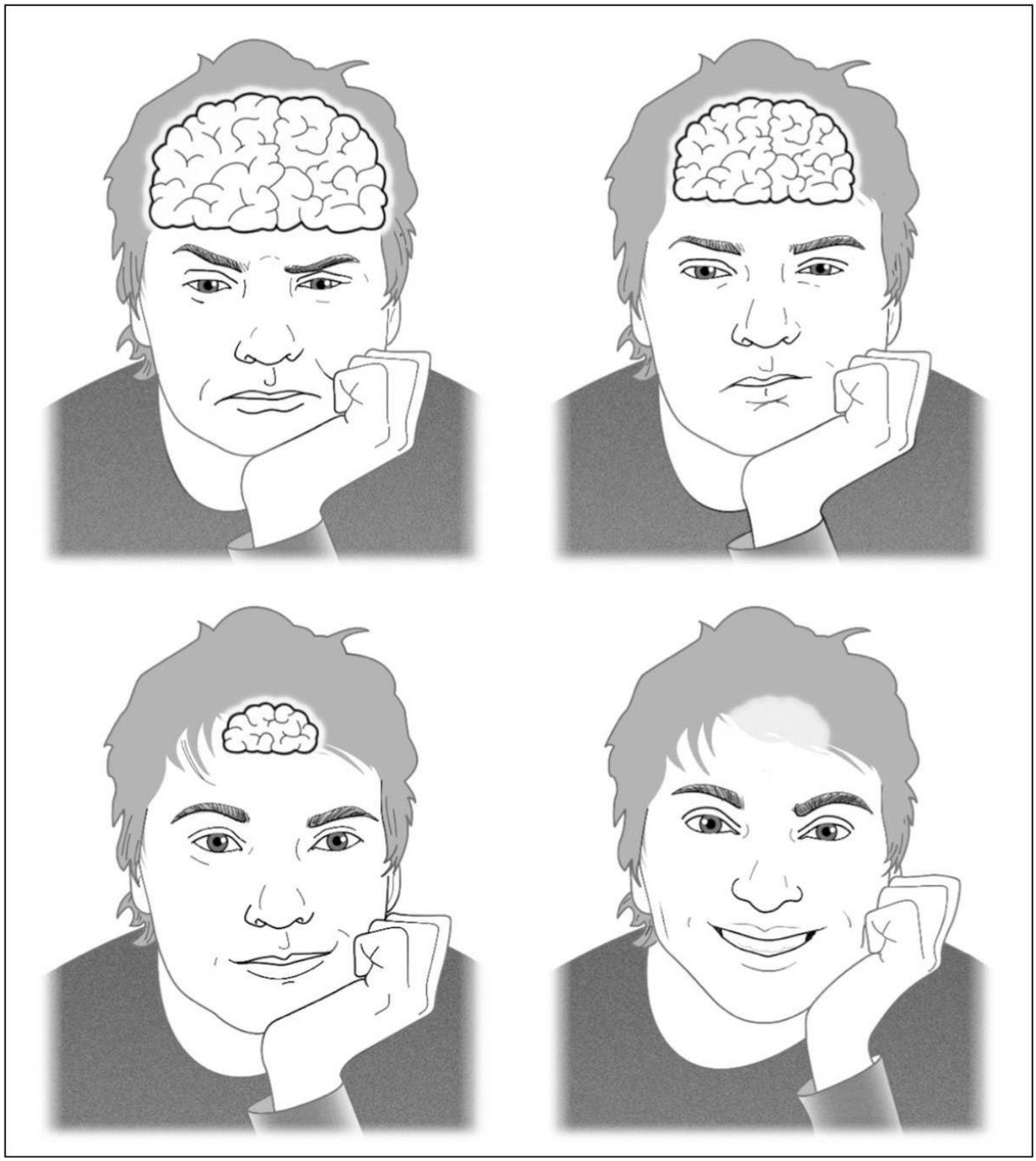
neurociencia: se habla de sistema límbico, sistema visual, sistema motor, sistema somatosensorial, sistema atencional, etcétera.

Como el cerebro pertenece al *sistema nervioso* y todas las funciones mentales emergen de interrelaciones entre sus partes, se entiende la visión computacional sobre el cerebro. Sin embargo, y por más que hagamos elucubraciones "a lo Julio Verne", no existe (a mi entender) la posibilidad de crear un cerebro artificial capaz de tener conciencia de sí mismo y experimentar emociones como el amor, la alegría, la rabia o la desesperanza.

Es cierto que hay máquinas que caminan, hablan, calculan, multiplican la velocidad de procesamiento de la información y toman decisiones, incluso algunas juegan maravillosamente al ajedrez, pero la posibilidad de crear un robot capaz de sentir es imposible, aunque las emociones se analicen como estados funcionales del cerebro.

Las personas felices utilizan menos su cerebro

Mientras escribía esta obra me llegó por correo electrónico esta imagen. Aunque no sé quién la ha hecho (e intentamos descubrirlo, pero a veces es imposible), decidí incluirla porque creo que explica la creencia errónea de que existe una relación inversamente proporcional entre los estados de felicidad y las capacidades cerebrales.



Por ejemplo, cuando le pido a alguien que me diga qué le pareció la feliz protagonista de la película británica *Happy-Go-Lucky* (dirigida por Mike Leigh, filmada en 2008), suelen decirme: "¡Es tonta!", "Me agota", "No la soporto", "Es superficial", y lo más llamativo: "Es idiota".

Evidentemente, se cree que la alegría y el optimismo están reñidos con la inteligencia. Sin embargo, las investigaciones confirman lo

contrario: cuando hay una falta de estímulos placenteros, se produce un déficit de dopamina y baja o nula activación de los sistemas de recompensa, así que para el cerebro es más difícil realizar las funciones ejecutivas. En capítulo 10, dentro del apartado “El poder del pensamiento”, puedes ampliar este tema.

Si no naces con buena memoria, estás sentenciado

La memoria es uno de los temas que más preocupa cuando se habla sobre las funciones cerebrales. “Si naces con ojos azules, no puedes cambiarlos de color, y lo mismo pasa con la memoria”, es una frase que le escuché decir a un participante durante uno de mis seminarios.

Hay tanta gente que lo cree, que suelen preguntarme si van a inventar una pastilla que les ayude a superar sus problemas, cuando en la mayoría de los casos las dificultades de retención las originan problemas de fácil solución.

Los problemas de memoria pueden ser provocados por el estrés, el consumo de drogas, la falta de ejercicio físico, una mala alimentación, el pensamiento negativo o el déficit de otras funciones (como la atención). Con un diagnóstico y un entrenamiento adecuado, todo el mundo puede mejorar su memoria.

Capítulo 23

Diez consejos para tener un cerebro más feliz

En este capítulo

- Te recordaré que la felicidad se refleja en el cerebro
- Aprenderás a apreciar (al menos eso espero) el sistema de recompensas
- Te ofrezco las claves para tener un cerebro más feliz

Cada día, la neurociencia nos sorprende con sus descubrimientos sobre el funcionamiento cerebral. Uno de los más apasionantes es, sin duda, el de la felicidad. ¿Dónde está? ¿Qué neuronas se activan si una persona es feliz? ¿Cuáles se apagan si no lo es?

Si bien aún no tenemos todas las respuestas a estas preguntas, se han realizado avances muy interesantes. Por ejemplo, durante una de las últimas investigaciones se observó que una estructura con la forma de un cometa situada en las profundidades del cerebro, el *núcleo caudado*, era más pequeña de lo normal en una muestra representativa de personas infelices (puedes ver dónde está en la figura 3-1).

¿Se deduce entonces que las personas que tienen el núcleo caudado más grande son más felices? Aún no se sabe, pues para corroborarlo hay que sumar investigaciones con resultados similares.

Lo que se ha comprobado es que la capacidad para experimentar placer está profundamente relacionada con la felicidad, y que su ausencia afecta negativamente al funcionamiento del sistema de recompensa.

Asimismo, cuando la ausencia de placer es crónica puede generarse un cuadro de *anhedonia*, es decir, pérdida de interés por el entorno y repetidos estados de insatisfacción. En casos extremos, puede haber ausencia de reacciones ante estímulos placenteros, lo cual provoca que caigan los niveles de un neurotransmisor muy importante, la dopamina.

Como puedes observar, la felicidad es un tema realmente importante, entre otras razones porque las actividades que generan bienestar y recompensa (física y espiritual) tienden a repetirse cuando se activa este sistema, creando una especie de círculo virtuoso. Ello explica (en parte) por qué unas personas son más felices que otras.

Y tú... ¿eres feliz?

Si no lo eres, te invito a que cambies. La neurociencia moderna dispone de un conjunto de herramientas muy desarrolladas que te ayudarán a reflexionar sobre la importancia de tener una vida en la que los momentos felices se caractericen por la abundancia, no por la escasez.

Antes de seguir, recapitulemos: todo el mundo puede ser más feliz si cambia su cerebro de forma natural. Es decir, la neuroplasticidad puede dirigirse hacia la felicidad.

Aunque en la "Guía rápida" encontrarás una chuleta con consejos para ser feliz, en las próximas páginas te ofrezco diez claves para tener un cerebro más feliz.

Ayuda a tu cerebro para que libere dopamina de forma natural

La dopamina es el neurotransmisor esencial del sistema de recompensas. Para generarla, primero debes tomarte muy en serio la importancia de vivir con optimismo, divertirte y disfrutar del placer y bienestar que seguramente merece tu vida.

Lo segundo, ofrécete gratificaciones espirituales, como la generosidad y el altruismo (que activan poderosamente dicho sistema), y lo tercero, dedica parte de tu tiempo diario a las actividades aeróbicas. No es necesario que escales montañas o te mates en el gimnasio. Si corres entre 30 y 45 minutos diarios, aumentarán tus niveles de dopamina.

También debes controlar y mejorar tu alimentación. Lo más adecuado es que de tu dieta se encargue un especialista en nutrición, pero voy a ponerte un par de ejemplos de alimentos que debes comer: plátanos maduros y chocolate (si no tienes sobrepeso, claro). El resto, averígualo...

Ten presente que:

- ✔ Las sensaciones de bienestar interior, placer y optimismo refuerzan y fortalecen los neurocircuitos asociados, y forman una barrera para el pesimismo.
- ✔ La liberación de dopamina tiene un formidable efecto colateral: como fluye hacia los lóbulos frontales, mejora las funciones ejecutivas, necesarias para aprender, memorizar, organizar el tiempo, crear y tomar decisiones.

Revisa tu teoría sobre la felicidad

La felicidad es un derecho irrenunciable para todo ser humano, pero (y me incluyo), a muchos nos han marcado algunas ideas que tienen su origen en tradiciones religiosas. "Vivimos en un valle de lágrimas." ¿Qué te parece esta frase? ¿La habías oído?

Desgraciadamente, estas máximas hacen que muchas personas vivan casi sin placer ni recompensas, como si así "pagasen" deudas espirituales que jamás han contraído.

El placer y el hedonismo no están reñidos con las virtudes, a no ser que provengan de drogas o se conviertan en el único objetivo de vida.

No consumas energía cerebral en lo que no vale la pena

El cerebro utiliza bastante energía, se calcula que casi el 20% de la que consume todo el organismo. Teniendo en cuenta que su peso es de aproximadamente el 2% del cuerpo (1,4 kilos de media), es un valor bastante alto. ¿A qué dedica tu cerebro toda esa energía? ¿Eres de los que se enfurecen y obsesionan cuando los estafa un albañil o un fontanero? ¿Te sacan de quicio las retenciones en la carretera? ¿Te exaspera la conducta de algún vecino?

Te propongo que anotes todas esas situaciones cotidianas y les des la importancia que tienen, ni más ni menos. Por ejemplo, si el albañil llega tarde o hace mal su trabajo (sucede en todas partes), anótatelo para incluir cláusulas

especiales en el próximo contrato y olvida el tema. Si tu vecino te molesta, haz el ejercicio cotidiano de ignorarlo amablemente y olvídalo.

En el capítulo 20 incluyo varios ejercicios para aprender a no consumir energía cerebral en lo que no lo merece. Resérvala para las cosas importantes. Ten presente que, tal como ocurre con los granitos de arena, en el cerebro todo suma... y también resta.

Disfruta de las pequeñas recompensas

Muchas personas tienen problemas con las recompensas. Se sienten culpables (con sus jefes, pareja o hijos) si, por ejemplo, se largan a las tres de la tarde y se van al cine. También tienen esa sensación si se compran un cosmético caro o una botella de vino de 100 euros en época de crisis.

Si eres de los que se sienten así, te invito a que te lo plantees. Es suficiente con que estimules un poquito los sentidos para que el cerebro alcance buenos niveles de bienestar, y aunque te suene muy "económico" lo que te voy a decir, necesitas analizar el coste-beneficio.

Por ejemplo, si no puedes pasar tus quince días de vacaciones en tu destino favorito, no elijas una opción de menos calidad, pues te sentirás frustrado todas las vacaciones. Te recomiendo que te fijes en la cantidad y variedad de opciones que tienes a tu alcance, con el nivel que tú quieres, pero que duren menos días. Así, disfrutarás de todo lo que has estado postergando por falta de tiempo.

En síntesis:

- ✔ La culpa es una de las emociones más negativas para tu cerebro.
- ✔ La privación implica frustración y, consecuentemente, un derroche de energía cerebral.
- ✔ Las pequeñas recompensas, entendidas como estímulos agradables para los sentidos, son muchas y están al alcance de todos. Descúbrelas y disfrútalas.

Evita el pesimismo

Si te invade el pesimismo, te invito a librar una lucha encarnizada hasta que lo

elimines. Las personas pesimistas tienen una forma de pensar tremendamente dañina para su cerebro. Al focalizar la atención en lo negativo, refuerzan los neurocircuitos asociados y, "a la corta" más que "a la larga", sus ideas negativas se convierten en realidad.

En el capítulo 20 te ofrezco varios ejercicios para alcanzar una mejor calidad de vida pensando en positivo.

Aprende a lidiar con lo que no puedes controlar

Lo que no puedes controlar es lo que existe fuera de ti pero influye en tu estado de ánimo, las relaciones que estableces con los demás y las decisiones que tomas. Tu cerebro necesita que identifiques esas fuerzas (en el trabajo, la familia, la sociedad) y aprendas a controlarlas para que su intensidad no te afecte, o te afecte lo menos posible.

Ten presente que, aunque sean hechos importantes, la victimización es siempre el peor camino, pues el pensamiento negativo afecta al sistema nervioso y reduce las defensas del organismo en su conjunto, lo cual puede hacerte enfermar.

No te propongo que te alegres con las injusticias, y mucho menos que reprimas la ira que te producen. Te propongo que desarrolles la inteligencia emocional necesaria para dominar estos procesos.

Por ejemplo, Matthieu Ricard, un monje budista francés que vive en el Tíbet (de él se suele decir que es "el hombre más feliz de la Tierra"), dijo en una ocasión: "Si caemos al mar de las emociones negativas, podemos ahogarnos en ellas, o bien utilizarlas para nadar hasta la costa y salvarnos".

Mantén una vida social activa

Diversas investigaciones han demostrado que las relaciones sociales no sólo inmunizan más a las personas, sino que también posibilitan el desarrollo de sus capacidades cerebrales gracias a la variedad y riqueza de información que se incorpora a las redes neuronales.

Dado que un cerebro sano y preparado es un cerebro más feliz, te recomiendo que analices tus actividades cotidianas. ¿Eres de los que van del trabajo a casa y de casa al trabajo? Si es así, necesitas un cambio de actitud con carácter de urgencia. Hay infinidad de grupos a los cuales podrías añadirte. Por ejemplo: ¿te gusta la música pero no sabes tocar un instrumento? Te doy una pista: las clases grupales de teclado de algunas marcas japonesas son fantásticas para el cerebro.

¿Te gusta el cine? En todas las ciudades, incluso en los pueblos, hay gente que comparte ese interés y se reúne para analizar películas. ¿Tienes inquietudes humanitarias? ¿Te gustan la cerámica y el bricolaje? Haz una lista e intenta elegir, como mínimo, dos grupos. Todo lo nuevo es fantástico para mantener el cerebro ágil y activo, tengas veinte, treinta u ochenta años.

Busca las relaciones personales que te beneficien

La neurociencia ha descubierto que el malestar emocional provocado por el rechazo de los demás "duele" en el cerebro, ya que activa las mismas regiones que el dolor físico: la corteza somatosensorial secundaria y la ínsula posterior dorsal.

También se ha observado que un sistema de fibras nerviosas de la piel responde a las caricias reduciendo la actividad de los nervios que transportan la sensación de dolor y provocan alivio, y que los sentimientos importantes, como el amor, son más efectivos que un analgésico.

Quizá al leer el título de este apartado hayas pensado que no te voy a descubrir la sopa de ajo, y es cierto. Desde que el mundo es mundo, se sabe que las malas relaciones enferman y que el amor cura. Pero ahora la neurociencia lo está demostrando a nivel neurológico.

Por ejemplo, cuando una persona piensa en alguien que ama, se activa intensamente el sistema de recompensas, y ya sabes cuáles son los beneficios de esta activación, pero lo que no sabes es que la analgesia inducida por emociones como el amor se asocia más a este sistema de lo que se ha creído hasta ahora.

Incluye actividades solidarias en tu vida

Muchas personas se emocionan cuando ven en los medios de comunicación noticias sobre actos solidarios, pero no hacen nada para implicarse en ellos. Quizá estén muy ocupadas o su nivel de compromiso no sea muy alto, así que se convierten en eternas espectadoras de hechos que podrían protagonizar para tener un cerebro más feliz.

Martin Seligman, en su libro *La auténtica felicidad* (publicado en 2005 por Ediciones Byblos), cita como ejemplo un ejercicio que impartió a sus alumnos:

1. Realizar una actividad placentera.

2. Realizar una actividad solidaria.

3. Presentar un escrito sobre ambas.

Tanto el profesor como los estudiantes se sorprendieron con los resultados:

“Salir con los amigos, ver una película o comer un montón de helado de chocolate, no eran nada comparado con los efectos de una buena acción”.

La sensación de bienestar que menciona Seligman proviene de la activación intensa de los sistemas de recompensa del cerebro que generan los actos altruistas. Por ejemplo, una investigación realizada por especialistas de la Universidad de California (Los Ángeles) en la que participaron 20 mujeres, reveló que las áreas vinculadas con la recompensa se activaban cuando ayudaban a un ser querido y, paralelamente, reducían su actividad cuando no lo hacían.

Y eso no es todo, fíjate en los interesantes resultados obtenidos por una investigación de la Universidad de Zúrich (Suiza): al acabar un juego que consistía en destinar dinero para ayudar a una persona anónima o no hacerlo, se observó que los participantes altruistas tenían más materia gris en la unión entre el lóbulo temporal y el lóbulo parietal (comparados con los egoístas).

Afortunadamente, la caridad es una actitud que, en algunas personas, parece estar aletargada. Como muchas personas necesitan de un pequeño empujón para ponerla en marcha, espero que este apartado te sirva como revulsivo. No hablo de virtud, sino de “actitud”, ya que lo primero se relaciona con la filosofía y la religión, y el objetivo de este libro es proporcionarte conocimientos y pistas para que tengas un cerebro más activo, más ágil y, por supuesto, más feliz.

La felicidad: uno de tus objetivos prioritarios

¿Eres feliz? Si no es así, ¿qué te lo impide? Excepto en casos extremos, como pérdidas afectivas de las que suele ser muy difícil recuperarse, es necesario saber por qué no se es feliz o no se alcanza la plena felicidad.

Te propongo que anotes todas las barreras u obstáculos a tu felicidad y que los organices según su importancia. Hay cosas fáciles de resolver, como un cambio de actividades, y otras que tienen un grado de complejidad importante, como divorciarse o irse a vivir a otro país. En ambos casos, la terapia psicoanalítica puede ser muy efectiva y, en menor o mayor medida (según el individuo y sus circunstancias), la incorporación a grupos de meditación o de autoayuda.

Independientemente del ámbito que elijas, lo importante es que logres una percepción inteligente sobre ti mismo y trabajes en pos de tu felicidad. Ten presente que, así como nos implicamos en esfuerzos físicos e intelectuales para trabajar, estudiar y educar a nuestros hijos, los seres humanos debemos implicarnos en hallar y cultivar todo lo que nos hace felices.

Capítulo 24

Diez curiosidades sobre el cerebro

En este capítulo

- Te sorprenderé con las últimas técnicas para estudiar el cerebro
- Nos adentraremos en un posible futuro
- Te comentaré algunos temas sobre el cerebro que te dejarán con la boca abierta

La necesidad de avanzar en la cura de enfermedades, además de la fascinación por conocer el funcionamiento del sistema nervioso, ha impulsado el desarrollo de recursos químicos y tecnológicos que parecen diseñados por algún cineasta del género fantástico.

Por ejemplo, en abril de 2013 se leían en la prensa titulares como los siguientes: "Científicos de Estados Unidos crean un cerebro transparente que facilita su estudio" (*El País*, España); "Logran volver transparente un cerebro para estudiar sus funciones" (diario `Hoy.net`). La noticia, publicada originalmente por la revista *Nature*, se propagó en minutos en casi todos los idiomas.

Y no es para menos: en la Universidad de Stanford se creó un método, llamado *Clarity*, que permite reemplazar el tejido graso del cerebro por un gel especial que lo hace transparente, de manera que permite observar su funcionamiento. Todo ello ¡sin afectar a la estructura molecular!

Si bien los primeros cerebros utilizados por los investigadores han sido de ratones (por ello no he incluido este método en el capítulo 3), todo va a una velocidad tan vertiginosa que no me extrañaría que, cuando este libro llegue a tus manos, ya se esté aplicando en la especie humana.

Imagínate: a quienes nos apasiona conocer los misterios de esta increíble plataforma que crea y sostiene la mente estamos más felices que un niño con

una piruleta. Si le sumas las cifras millonarias que invierte el Proyecto Cerebro Humano (HBP) de la Comisión Europea, más los organismos gubernamentales de diferentes países, incluidos los de Asia, me entran ganas de criogenizarme para ver qué nos depara el futuro.

Más aún, no me extrañaría despertarme mañana mismo y enterarme de que ha aparecido una tecnología más potente que las actuales; de hecho, hay quienes creen que, dentro de una década, se podrá crear un gran simulador del funcionamiento cerebral.

Teniendo en cuenta que (en 2013) el presidente de Estados Unidos (Barak Obama) anunció la inversión de una suma millonaria en investigaciones que ayuden a "desvelar los misterios del cerebro y dibujar su mapa completo", creo que estamos cada vez más cerca de que la neurociencia pueda alcanzar su noble objetivo de curar enfermedades —como el párkinson, la epilepsia o el alzhéimer —, resolver el enigma de los *savants* y, paralelamente, ayudar a hombres y mujeres a desarrollar todo su potencial.

De momento, te contaré algunas cosas que se saben desde hace tiempo (si has pasado por los capítulos anteriores, ya has leído algunas) y otras que surgen de descubrimientos recientes.

El cerebro no siente dolor

El dolor físico no existe hasta que los neurotransmisores y los nervios informan al cerebro. Esto significa que, sin cerebro, ningún ser humano sentiría dolor. Sin embargo, como este órgano no contiene terminaciones nerviosas que comuniquen dolor, no puede experimentarlo, así que algunas cirugías cerebrales pueden realizarse con el paciente despierto.

Quizá te preguntes: "Si es así, ¿por qué me duele la cabeza?". La respuesta es más sencilla de lo que parece: este tipo de dolor (que atormenta a muchas personas) procede de vasos capilares, nervios y músculos afectados, no del cerebro en sí. En realidad, ningún dolor existe hasta que el cuerpo se lo comunica al cerebro.

También se puede sentir dolor aunque no haya inflamación o daños en los tejidos. Se trata del dolor psicogénico, que se considera creado por la mente porque no hay una causa orgánica identificable. La naturaleza subjetiva del dolor se demuestra con el efecto placebo (sobre el que he hablado en el capítulo 10): si alguien cree que se está tomando un broncodilatador, lo más probable es que disminuyan los síntomas de asma. Prestar atención a un dolor hace que éste exista.

Tres cuartas partes del cerebro son agua

En un adulto sano, la cantidad de líquido que circula por el cerebro es equivalente a la que cabe en una copa de vino. Por ello es tan importante mantenerse hidratado. Por ejemplo, si se produce un descenso del 2% en la cantidad que necesita el cuerpo, algunas funciones de las que depende la agilidad mental, como la memoria, pueden verse afectadas temporalmente.

Los especialistas en nutrición recomiendan, de media, que los adultos bebamos 2 litros de agua al día. Esta cantidad puede reducirse a 1,5 litros en invierno. Si decides seguir sus consejos, mantén el equilibrio, ya que, si te pasas, por ejemplo, en 1 litro, puedes exigirle demasiado a tus riñones.

Ten presente que agua equivale a "líquidos", lo cual incluye zumos, infusiones, etcétera, pero evita las bebidas azucaradas y las que llevan edulcorantes artificiales. Te recomiendo especialmente el té verde, no sólo por las propiedades beneficiosas que tiene para el organismo, sino también porque es muy bueno para el cerebro. Recientemente, una investigación de la Third Military Medical University, de la ciudad Chongqing (China) demostró que mejora la memoria y el aprendizaje espacial.

La intercomunicación en el sistema nervioso corre a una velocidad sorprendente

Los impulsos eléctricos que avanzan a lo largo de los axones llevando información pueden alcanzar velocidades increíbles. Algunos recorren casi 120 metros por segundo. Para que te hagas una idea de lo que significa, voy a ponerte un ejemplo: si mides 1,80 metros y te tuerces un pie, tu cerebro puede tardar 15 milisegundos en enterarse.

Otros especialistas han realizado estimaciones en kilómetros. Te dejo la tarea de calcular, en función de tu altura, cuánto tarda una señal nerviosa en llegar desde los pies a tu cabeza, teniendo en cuenta que los especialistas afirman que puede alcanzar una velocidad de 360 kilómetros por hora (además, ¡entrenarás tus funciones ejecutivas!).

Quizá te preguntes si la información llega más o menos rápido según el estímulo (no es lo mismo darse un golpe en el dedo del pie con un mueble que acariciárselo). La respuesta es que la velocidad de transmisión del impulso no depende de la intensidad del estímulo, sino del diámetro de los axones (a mayor diámetro, mayor velocidad) y del estado de la mielina. Si ya has leído el capítulo 5, sabrás que la ausencia de esta sustancia (que recubre los axones) puede interrumpir o retrasar la comunicación entre las neuronas.

También se ha observado que la temperatura es importante: Por ejemplo, si

te has dejado el abrigo y estás muerto de frío, quizá tus impulsos nerviosos sean más lentos (a menor temperatura, menor velocidad de transmisión). De todos modos, no te preocupes: para que el frío sea un problema, deberías estar a punto de congelarte.

La actividad neuronal crea cifras de varios ceros

Como sabes, las neuronas son las células más importantes del cerebro. De hecho, sin ellas sería imposible la existencia. Vamos a ver cuántos de estos "soldaditos" trabajan a diario en nuestro cuerpo:

- ✔ El cerebro humano tiene casi cien mil millones de neuronas. Joe Dispenza (autor de obras muy interesantes sobre el sistema nervioso humano) realizó los siguientes cálculos: "Si tuvieras que contar hasta cien mil millones, segundo a segundo, tardarías 3.171 años [...] Si pudieras apilar cien mil millones de hojas de papel, el montón tendría una altitud de más de ocho mil kilómetros, la distancia que existe entre Londres y Los Ángeles".
  Estas comparaciones son extraordinarias, pues cuando los números son tan grandes, se necesitan puntos de referencia para comprender su dimensión.
  No sé si te habrá pasado alguna vez, pero yo, cada vez que intento averigua el valor de una magnitud referente a información cuantificable sobre el sistema nervioso, me quedo boquiabierto. Por ejemplo, cuando era estudiante, recuerdo haber leído que la red neuronal del cerebro es ¡cien veces más compleja que la red telefónica que conecta el mundo entero!
- ✔ ¿Sabes cuántas neuronas puede haber en una cantidad de tejido equivalente a una semillita de tomate? Pues... ¡entre cien mil o más! Y lo más sorprendente: ¡nunca se tocan entre ellas! Si has leído el capítulo 4 (donde te hablo extensamente sobre estas células), sabrás que se comunican a través de un diminuto espacio, llamado sinapsis.
- ✔ Cada neurona tiene un único axón (es raro encontrar un número tan pequeñito cuando se estudia el cerebro). He aquí la maravilla: ¡algunos axones pueden llegar a medir 2 metros!

El cerebro ocupa casi el 2% de la masa corporal, pero consume el 20% de la energía del organismo

Para que lo entiendas, voy a ponerte un ejemplo: si pesas 60 kilos, quemarás unas 400 calorías en 1 hora de gimnasia aeróbica. Si optas por el *spinning*, quemarás unas 550.

En ambos casos, tu cerebro consumirá el 20% de estas calorías debido al trabajo que invierte en activar las regiones que controlan las actividades corporales que estás haciendo. Como puedes ver, es una cifra importante.

El cerebro contiene muchísimos vasos sanguíneos

Si un anatomista pudiera extraer los vasos sanguíneos de un cerebro y extenderlos para unir puntos extremos del mundo, le sorprenderían la cantidad de metros que le sobran. Por ejemplo, la distancia lineal (por aire) entre Juneau (Alaska) y la ciudad de Ushuaia (América del Sur) es de unos 14.000 kilómetros. Como los vasos sanguíneos del cerebro llegan a 160.000 kilómetros, su extensión equivale a ¡más de once veces ese trayecto!

El funcionamiento del cerebro puede explicar las experiencias cercanas a la muerte

Prácticamente en todos los países existen personas que creen haber estado cerca de la muerte o, como ellos dicen, haber vuelto a la vida. En el relato de los protagonistas suele haber muchas coincidencias, entre ellas, la sensación de desprenderse del cuerpo y flotar sobre él, el tránsito por un túnel oscuro y la visión de una luz intensa al final de éste, un estado de enorme paz interior y felicidad nunca antes experimentada. Algunos dicen haber recordado momentos de su vida como si se tratara de una película.

Francisco Rubia (neurocientífico español, especialista en fisiología del sistema nervioso) ha publicado trabajos muy interesantes sobre el tema. “En las personas clínicamente muertas —explica— se produce un cuadro de anoxia (falta de oxígeno) e hipercapnia (aumento de la presión parcial de dióxido de carbono).”

Este cuadro (impulsado por la hipercapnia) genera un estado de desinhibición generalizada en el cerebro: muchas neuronas dejan de funcionar, se pierde el sentido del tiempo y el espacio. Paralelamente, se produce una hiperactividad en algunas estructuras del sistema límbico (emocional).

El cerebro entra en un estado caótico en el que sus mecanismos, como también el flujo de los neurotransmisores, se alteran. Como el esquema corporal también se distorsiona, se produce la sensación de que se abandona el cuerpo y se flota sobre él.

En la Escuela Politécnica Federal de Lausana (Suiza), se han realizado varias

investigaciones sobre las experiencias cercanas a la muerte. Con relación a las visualizaciones extracorpóreas que mencionan los protagonistas, se cree que podrían ser producto de la confusión cerebral que se produce cuando el equilibrio entre el sentido del tacto y la vista se trastornan.

Para llegar a esta conclusión utilizaron como técnica la realidad virtual, es decir, simulaciones de sucesos que permitían a los participantes experimentar la sensación de estar inmersos en ellos. Por su parte, el neurólogo Olaf Blanke, de la misma escuela, logró provocar la experiencia de estar fuera del cuerpo de forma totalmente artificial, mediante la estimulación del giro angular (situado en la corteza), lo cual puede interpretarse como una comprobación de lo que empezó siendo una hipótesis.

Por lo que respecta a los recuerdos que describen quienes han vivido estas experiencias cercanas a la muerte, el tema lo investigó un equipo de la Universidad de Lieja, en Bélgica. Se llegó a la conclusión de que, en estos estados, el cerebro es capaz de crear recuerdos "más reales que la propia realidad" y que la sensación de estar fuera del cuerpo se produce por el mal funcionamiento del lóbulo temporo-parietal.

Y esto no es todo, así que si quieres saber más sobre este apasionante tema, puedes leer los relatos que recopiló Raymond Moody en su libro *Vida después de la vida* y las publicaciones de Francisco Rubia, que están entre las más avanzadas.

El cerebro nunca duerme

Durante el sueño, el cerebro sigue activo. Como contarte todo lo que hace podría llevarme un libro entero, he seleccionado los ejemplos que considero más interesantes:

- ✔ La neocorteza y el hipocampo trabajan durante el sueño para consolidar los recuerdos. Recientemente, una investigación de la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA) descubrió que también existe una importante actividad en una región del lóbulo temporal (la corteza entorrinal), implicada en el aprendizaje y la memoria.
  Dicha actividad se parece a la que se genera en estados de vigilia, cuando se utiliza la memoria de trabajo para retener diferentes tipos de información, por ejemplo, el nombre de una persona o un número de teléfono.
- ✔ El fenómeno de neuroplasticidad no se detiene mientras dormimos,

sino todo lo contrario: como la actividad eléctrica que se genera favorece el aprendizaje, además de consolidar la memoria, se crean y modifican redes neuronales.

En el capítulo 7 puedes profundizar en las diferentes etapas del sueño. Verás que, en la que se conoce *rapid eye movement* (REM, por sus siglas en inglés, nombre que proviene del característico movimiento de los ojos tras los párpados), el cerebro está muy activo.

- ✔ La intensa actividad cerebral durante algunas etapas del sueño se demuestra en el caso de las personas creativas que, al despertarse, descubren que han encontrado la solución a un problema que las desvelaba. En el capítulo 16 incluyo interesantes casos de inventores que aseguraron llegar al famoso momento "Eureka" tras recordar un sueño o mientras soñaban.
- ✔ Un equipo de científicos de la Universidad de Lübeck (Alemania) llegó a la conclusión de que, durante el sueño, el cerebro contribuye a memorizar sólo los recuerdos útiles, y lo hace durante un proceso en el que participan activamente la corteza prefrontal, que se ocupa de seleccionar lo importante, y el hipocampo, que se encarga de consolidar los recuerdos.

La generación de impulsos nerviosos nunca se detiene

Como sabes, el sistema nervioso se comunica constantemente con el resto del organismo. Por eso, cuando alguien interactúa con los demás, se abstrae pensando, corre o duerme, en definitiva, mientras vive, la actividad eléctrica de su cerebro nunca se detiene.

Para algunos investigadores, como Joe Dispenza, la cantidad de impulsos nerviosos que se desencadenan en el cerebro las veinticuatro horas del día es tan grande que supera a la cantidad de impulsos eléctricos de ¡todos los móviles del mundo!

El cerebro tiene un extraordinario GPS

Si en este momento te pido que me describas detalladamente el lugar en el que te encuentras mientras lees estas páginas, tu respuesta podría ser, por ejemplo: "Sentado en una hamaca, a 6 metros del mar; detrás de mí, cruzando la rambla, se encuentra el edificio cilíndrico del Hotel Europa".

Para elaborar esta respuesta tan simple, es decir, para ubicarte y situar en el espacio lo que te rodea, tu cerebro ha realizado un trabajo extraordinario,

poniendo en marcha (y en milisegundos) funciones tan complejas como la percepción, la atención y la memoria. Si has leído los capítulos anteriores, sabes que esto implica la activación de un conjunto importante de estructuras anatómicas.

En el ejemplo, la mención del edificio cilíndrico no es casual, ya que tus mecanismos de atención han seleccionado el estímulo relevante, diferenciándolo de otros que no lo son, como la tienda de regalos que hay al lado.

Y si bien la función visoespacial depende de la acción de un conjunto complejo de subsistemas, una de las estructuras más importantes que te han permitido situarte es el hipocampo, pues tiene un conjunto de neuronas especializadas llamadas *células de lugar*.

Estas neuronas se conocen desde hace algún tiempo, pero hasta 2013 no se registró la actividad de 250 células de lugar de forma simultánea y continua durante un experimento con ratas. Los autores de la investigación son Brad Pfeiffer y David Foster (Universidad Johns Hopkins, Baltimore).

Quizá te preguntes "¿Qué tiene que ver mi cerebro con el de una rata?". Y es lógico, considerando lo que has aprendido sobre neuroplasticidad. Pero es que los humanos utilizamos el mismo tipo de navegador que estos animalitos.

Tal como lo haría un individuo para volver a casa, dijeron Pfeiffer y Foster: "Cuando una rata tiene que decidir qué camino tomar, las neuronas de lugar del hipocampo se disparan en una secuencia que representa los puntos sucesivos de la trayectoria que después seguirá [...] Se trata de una verdadera hoja de ruta, análoga a la que el GPS del coche ofrece al conductor".

En este punto, te pregunto: ¿hay algo más apasionante que descubrir cómo funciona el cerebro humano? Pues... no tienes que responder. Acabo de enterarme de que hay más de cincuenta voluntarios para ir a Marte sin posibilidad de volver a la Tierra y quizá te encuentres entre ellos, nunca se sabe.

Afortunadamente, los intereses que motivan a las personas a dedicar toda la vida a una disciplina, o directamente a jugársela para descubrir nuevos mundos (como estos exploradores de otros planetas), no son los mismos.

Personalmente, me fascina todo lo relacionado con el funcionamiento del cerebro y he seleccionado las curiosidades de este decálogo con un objetivo: compartir mi entusiasmo contigo.

NÉSTOR BRAIDOT. Ha dedicado gran parte de su vida profesional a investigar y aplicar los avances de las neurociencias en el desarrollo del potencial de personas y organizaciones. Compagina su actividad como conferenciante, académico, investigador y consultor con la docencia y la escritura, y ha publicado más de quince libros sobre su especialidad.

Ha sido catedrático en universidades de prestigio internacional y cuenta con una sólida formación académica: es doctor en Ciencias de la Administración, máster en Psicobiología del Comportamiento y en Neurociencias Cognitivas, máster en Economía, licenciado en Administración de Empresas, contable público nacional, licenciado en Cooperativismo, máster en Programación Neurolingüística, postgrado en Psiconeuroinmunoendocrinología y formador en rediseño conductual.

Sus trabajos han obtenido importantes reconocimientos internacionales y se aplican en prestigiosas organizaciones de varios países. En el ámbito académico, es director del Centro de Investigaciones en Neurociencias Aplicadas y Prospectiva de la Universidad Nacional de La Plata (CINAP) y del Brain Decision Braidot Centre, entidad de la que es, asimismo, fundador.

Como consultor, su trabajo se desarrolla desde la dirección del Braidot Business & Neuroscience International Network, organización que cuenta con su propio centro de entrenamiento cerebral.